

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE#4  
4.3.02  
RNVJ1046 U.S. PTO  
09/842021  
04/26/01

In the Patent Application of )

Masahiro YAMADA et al. )

Serial No.: To Be Assigned )

Group Art Unit: To Be Assigned

Filed: April 26, 2001 )

Examiner: To Be Assigned

For: OPTICAL DEVICE, OPTICAL SYSTEM, METHOD)  
OF PRODUCTION OF SAME, AND MOLD FOR )  
PRODUCTION OF SAME )CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior applications filed in the following foreign country are hereby requested and the right of priority provided under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Appl. No. 2000-132897 filed April 27, 2000,

Japanese Patent Appl. No. 2000-189729 filed June 20, 2000,

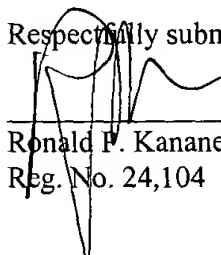
Japanese Patent Appl. No. 2000-189730 filed June 20, 2000,

Japanese Patent Appl. No. 2000-246934 filed August 16, 2000,

In support of this claim, filed herewith are certified copies of said original foreign applications.

Dated: April 26, 2001

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Ronald F. Kananen  
Reg. No. 24,104

**RADER, FISHMAN & GRAUER P.L.L.C.**  
1233 20<sup>TH</sup> Street, NW  
Suite 501  
Washington, DC 20036  
202-955-3750-Phone  
202-955-3751-Fax

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

501P06354500  
11046 U.S. PTO  
09/842021  
04/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2000年 4月27日

出願番号  
Application Number: 特願2000-132897

出願人  
Applicant (s): ソニー株式会社

2001年 3月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3014943

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000328506

【提出日】 平成12年 4月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 3/00  
G11B 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 山田 正裕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 河内山 彰

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100094053

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014890

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 1 3 2 8 9 7

【包括委任状番号】 9707389

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子、光学素子の製造方法および光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の光学材料からなる基材と、  
前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料と  
を有する光学素子であって、  
前記基材は凹部を有し、この凹部には前記第 2 の光学材料が充填されている  
光学素子。

【請求項 2】

前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、  
前記基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第 2 の平坦面と、前記第 2 の平  
坦面に対して平行または略平行な第 1 の平坦面とを有する  
請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 3】

前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面と前記第 2 の平坦面は、平行  
または略平行である  
請求項 2 記載の光学素子。

【請求項 4】

前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面と前記第 2 の平坦面は、同一  
平面上または略同一平面上に位置する  
請求項 3 記載の光学素子。

【請求項 5】

前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、  
前記凹部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凹部の表面の形状は  
、円弧または略円弧である  
請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 6】

前記第 2 の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガ

リウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である

請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 7】

前記第 2 の光学材料は、液状の光学材料であり、

前記基材の凹部の形成面には、前記第 2 の光学材料が満たされた前記凹部を密閉する光学材料からなる層が形成されている

請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 8】

前記凹部を密閉する前記層は、一定または略一定の厚さの膜であり、

前記第 2 の光学材料は、光学油または液晶である

請求項 7 記載の光学素子。

【請求項 9】

第 1 および第 2 の光学素子を有する光学系であって、

前記第 1 の光学素子は、

第 1 の光学材料からなる第 1 の基材と、

前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料と

を有し、

前記第 1 の基材は、回転対称または略回転対称な形状の第 1 の凹部を有し、この第 1 の凹部には、前記第 2 の光学材料が充填されており、

前記第 2 の光学素子は、

第 3 の光学材料からなる第 2 の基材と、

前記第 3 の光学材料とは屈折率が異なる第 4 の光学材料と

を有し、

前記第 2 の基材は、回転対称または略回転対称な形状の第 2 の凹部を有し、この第 2 の凹部には、前記第 4 の光学材料が充填されており、

前記第 1 および第 2 の凹部の対称軸が、同一直線上または略同一直線上に位置するように、前記第 1 および第 2 の光学素子が接合されている

光学系。

【請求項 1 0】

前記第 1 の基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第 2 の平坦面と、前記第 2 の平坦面に対して平行または略平行な第 1 の平坦面とを有し、

前記第 1 の凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面および前記第 2 の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置し、

前記第 2 の基材は、前記第 2 の凹部の周縁の周囲に位置する第 4 の平坦面と、前記第 4 の平坦面に対して平行または略平行な第 3 の平坦面とを有し、

前記第 1 および第 2 の平坦面のうちの一方と、前記第 3 の平坦面とが接合されている

請求項 9 記載の光学系。

【請求項 1 1】

前記第 2 の凹部に充填された前記第 4 の光学材料の表面と前記第 4 の平坦面は、平行または略平行である

請求項 1 0 記載の光学系。

【請求項 1 2】

前記第 2 の凹部に充填された前記第 4 の光学材料の表面と前記第 4 の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する

請求項 1 1 記載の光学系。

【請求項 1 3】

前記第 1 の凹部は、前記第 2 の凹部よりも大きく、

前記第 1 の基材の前記第 2 の平坦面と、前記第 2 の基材の前記第 3 の平坦面とが接合されており、

前記第 2 の光学材料は、前記第 1 の光学材料よりも屈折率が大きく、

前記第 4 の光学材料は、前記第 3 の光学材料よりも屈折率が大きく、

前記第 1 の凹部に充填された前記第 2 の光学材料と、前記第 2 の凹部に充填された前記第 4 の光学材料とにより、ソリッドイマージョンレンズが構成されている

請求項 1 0 記載の光学系。

【請求項 1 4】

スイングアームに取り付けられる光ヘッドのスライダである  
請求項 9 記載の光学系。

【請求項 1 5】

前記第 3 の光学材料は、酸化アルミニウムである  
請求項 1 4 記載の光学系。

【請求項 1 6】

光学素子およびレンズを有する光学系であって、  
前記光学素子は、  
第 1 の光学材料からなる基材と、  
前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料と  
を有し、  
前記基材は、回転対称または略回転対称な形状の凹部を有し、この凹部には、  
前記第 2 の光学材料が充填されており、  
前記レンズは、回転対称または略回転対称な曲面と平坦面とにより囲まれた形  
状を有し、  
前記凹部の対称軸と前記レンズの光軸が、同一直線上または略同一直線上に位  
置するように、前記レンズと前記光学素子とが接合されている  
光学系。

【請求項 1 7】

前記基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第 2 の平坦面と、前記第 2 の平  
坦面に対して平行または略平行な第 1 の平坦面とを有し、  
前記レンズの平坦面と前記光学素子の前記第 1 の平坦面とが接合されている  
請求項 1 6 記載の光学系。

【請求項 1 8】

前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面と前記第 2 の平坦面は、平行  
または略平行である  
請求項 1 7 記載の光学系。



【請求項 1 9】

前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面と前記第 2 の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する

請求項 1 8 記載の光学系。

【請求項 2 0】

前記レンズは、凸型の形状であると共に前記凹部よりも大きく、

前記第 2 の光学材料は、前記第 1 の光学材料よりも屈折率が大きく、

前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料および前記レンズは、ソリッドイマージョンレンズを構成している

請求項 1 7 記載の光学系。

【請求項 2 1】

スイングアームに取り付けられる光ヘッドのスライダである

請求項 1 6 記載の光学系。

【請求項 2 2】

前記第 1 の光学材料は、酸化アルミニウムである

請求項 2 1 記載の光学系。

【請求項 2 3】

第 1 の光学材料からなる基材の凹部に、前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、

空洞に対して突出した凸部が形成された金型により、前記凸部の形状を写した凹部が形成された前記第 1 の光学材料からなる基材を、モールド成形により生成する工程と、

前記モールド成形により生成された前記基材の前記凹部に、前記第 2 の光学材料を充填する工程と

を有する

光学素子の製造方法。

【請求項 2 4】

前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する

前記

特2000-132897

前記平坦化する上

て垂直または略垂直な平坦面を

研磨する

請求項24記載の光学素子の製造方法。

【請求項26】

平坦化された前記第2の光学材料の前記表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記基材を研磨する工程をさらに有する

請求項24記載の光学素子の製造方法。

【請求項27】

前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記凸部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凸部の表面の形状は、円弧または略円弧である

請求項23記載の光学素子の製造方法。

【請求項28】

前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である

請求項23記載の光学素子の製造方法。

【請求項29】

前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、

前記第2の光学材料を充填する工程は、

前記モールド成形により生成された前記基材の前記凹部に前記第2の光学材料を満たす工程と、

前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程と

を有する

形状を有し、  
前記凹部の対称軸に対し  
光学材料の表面を

請求項 2 3 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 0】

前記凹部を密閉する前記層は、一定または略一定の厚さの膜であり、

前記第 2 の光学材料は、光学油または液晶である

請求項 2 9 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 1】

第 1 の光学材料からなる基材の凹部に、前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、

第 1 の光学材料からなる基材の平坦面に、孔を有するレジストを形成する工程と、

前記孔に対応する凹部を、エッチングによって前記基材に形成する工程と、

前記凹部が形成された前記基材から前記レジストを除去する工程と、

前記レジストが除去された前記基材の前記凹部に、前記第 2 の光学材料を充填する工程と

を有する

光学素子の製造方法。

【請求項 3 2】

前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する

請求項 3 1 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 3】

前記孔は、円形または略円形であり、

前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記平坦化する工程では、前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第 2 の光学材料の表面を研磨する

請求項 3 2 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 4】

平坦化された前記第 2 の光学材料の前記表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記基材を研磨する工程をさらに有する

請求項 3 2 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 5】

前記孔は、円形または略円形であり、

前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記凹部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凹部の表面の形状は、円弧または略円弧である

請求項 3 1 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 6】

前記第 2 の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である

請求項 3 1 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 7】

前記第 2 の光学材料は、液状の光学材料であり、

前記第 2 の光学材料を充填する工程は、

前記レジストが除去された前記基材の前記凹部に前記第 2 の光学材料を満たす工程と、

前記第 2 の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程と

を有する

請求項 3 1 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 8】

前記凹部を密閉する前記層は、一定または略一定の厚さの膜であり、

前記第 2 の光学材料は、光学油または液晶である

請求項 3 7 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3 9】

第 1 の光学材料からなる基材の凹部に、前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、

凸部を備え、前記凸部の周囲が平坦である第 2 の基材に対し、前記凸部を埋没

させる第 1 の光学材料の層からなる第 1 の基材を形成する工程と、

前記第 1 の基材の表面を平坦化して平坦面を形成し、当該平坦面を、第 3 の光学材料からなる第 3 の基材に接合する工程と、

前記第 3 の基材に接合された前記第 1 の基材から、前記第 2 の基材を除去し、前記第 1 の基材のうち前記凸部の形状が写された凹部を露出させる工程と、

露出した前記第 1 の基材の前記凹部に、前記第 2 の光学材料を充填する工程とを有する

光学素子の製造方法。

【請求項 4 0】

前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する

請求項 3 9 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 4 1】

前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記平坦化する工程では、前記凸部の形状が写された前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第 2 の光学材料の表面を研磨する

請求項 4 0 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 4 2】

平坦化された前記第 2 の光学材料の表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記第 3 の基材を研磨する工程をさらに有する

請求項 4 0 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 4 3】

前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記凸部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凸部の表面の形状は、円弧または略円弧である

請求項 3 9 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 4 4】

前記第 1 の光学材料と前記第 3 の光学材料は、同一の光学材料である

請求項 3 9 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 4 5】

前記第 2 の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である

請求項 3 9 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 4 6】

前記第 2 の光学材料は、液状の光学材料であり、

前記第 2 の光学材料を充填する工程は、

露出した前記第 1 の基材の前記凹部に、前記第 2 の光学材料を満たす工程と、

前記第 2 の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程と

を有する

請求項 3 9 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 4 7】

前記凹部を密閉する前記層は、一定または略一定の厚さの膜であり、

前記第 2 の光学材料は、光学油または液晶である

請求項 4 6 記載の光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子およびその製造方法と、前記光学素子を有する光学系とに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

レンズを製造する場合、以下の第 1 ～第 3 の製造方法が知られている。

第 1 の製造方法は、所望のレンズ形状に加工された金型に光学材料を充填し、モールド成形によりレンズを製造する方法である。

第 2 の製造方法は、反応性イオンエッチング（R I E : Reactive Ion Etching

）等のエッチングを利用し、フォトリジスト等をマスク（エッチングマスク）として用い、光学材料を所定形状にエッチングして当該光学材料からなるレンズを製造する方法である。

第3の製造方法は、光学材料からなる基材をレンズ形状に機械研磨することによりレンズを製造する方法である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来の上記第1の製造方法、すなわち、モールド成形を用いる方法では、開口数が多い小型のレンズを製造することが難しく、レンズ直径を1mm以下にすることが困難である。

従来の上記第2の製造方法、すなわち、RIE等のエッチング技術を用いる方法では、光学材料が制限されるため、高屈折率の材料を用いることが困難であり、開口数NAが多いレンズを実現することが困難である。

従来の第3の製造方法では、小型のレンズを製造することが困難である。

【0004】

レンズの開口数を大きくすると、レンズを通過して生成される光スポットの大きさを小さくすることが可能である。光ディスクの大容量化の観点から、光ヘッドのレンズ（対物レンズ）の開口数NAを大きくすることが望まれる。

また、レンズ等の光学素子は種々の光学装置に使用されており、光学装置の小型化の観点から、光学素子の小型化が望まれる。

【0005】

開口数が多い光学素子を実現するには、光学材料の屈折率が多いことが有効である。

可視光の領域において高屈折率の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム（ガリウムリン）、窒化ガリウム、窒化ケイ素（窒化シリコン）等がある。

しかし、これらの材料を、従来技術では開口数が多い小型のレンズに加工することは困難である。

【 0 0 0 6 】

また、従来のレンズは、不定形をしているものが多い。このような不定形の複数のレンズをアライメントするには、3次元方向の高精度の位置合わせが必要であり、アライメントの作業の負担が大きい。

また、光ヘッドがスイングアームに搭載されたフライングヘッド（浮上ヘッド）を構成する場合、スライダとレンズとを別個に作成して高精度に貼り合わせるにより光ヘッドを作成可能であるが、この場合は貼合わせ作業の負担ひいては光ヘッドの作成の負担が大きい。

【 0 0 0 7 】

本発明の第1の目的は、小型の光学素子を生成可能な光学素子の製造方法を提供することであり、第2の目的は、小型で開口数が大きい光学素子を生成可能な光学素子の製造方法を提供することであり、前記製造方法から生成可能な光学素子を提供することを第3の目的とし、当該光学素子を有する光学系を提供することを第4の目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光学素子は、第1の光学材料からなる基材と、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料とを有する光学素子であって、前記基材は凹部を有し、この凹部には前記第2の光学材料が充填されている。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る光学素子では、好適には、前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第2の平坦面と、前記第2の平坦面に対して平行または略平行な第1の平坦面とを有する。

【 0 0 1 0 】

本発明に係る光学素子では、より好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、平行または略平行である。

本発明に係る光学素子では、更に好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する。



## 【 0 0 1 1 】

本発明に係る光学素子では、好適には、前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記凹部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凹部の表面の形状は、円弧または略円弧である。

## 【 0 0 1 2 】

本発明に係る光学素子では、好適には、前記第 2 の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である。

## 【 0 0 1 3 】

本発明に係る光学素子では、例えば、前記第 2 の光学材料は、液状の光学材料であり、前記基材の凹部の形成面には、前記第 2 の光学材料が滴たされた前記凹部を密閉する光学材料からなる層が形成されている構成としてもよい。この場合、前記凹部を密閉する前記層は、例えば一定または略一定の厚さの膜とし、前記第 2 の光学材料は、例えば光学油または液晶とする。

## 【 0 0 1 4 】

本発明に係る第 1 の光学系は、第 1 および第 2 の光学素子を有する光学系であって、前記第 1 の光学素子は、第 1 の光学材料からなる第 1 の基材と、前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料とを有し、前記第 1 の基材は、回転対称または略回転対称な形状の第 1 の凹部を有し、この第 1 の凹部には、前記第 2 の光学材料が充填されており、前記第 2 の光学素子は、第 3 の光学材料からなる第 2 の基材と、前記第 3 の光学材料とは屈折率が異なる第 4 の光学材料とを有し、前記第 2 の基材は、回転対称または略回転対称な形状の第 2 の凹部を有し、この第 2 の凹部には、前記第 4 の光学材料が充填されており、前記第 1 および第 2 の凹部の対称軸が、同一直線上または略同一直線上に位置するように、前記第 1 および第 2 の光学素子が接合されている。

## 【 0 0 1 5 】

本発明に係る第 1 の光学系では、好適には、前記第 1 の基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第 2 の平坦面と、前記第 2 の平坦面に対して平行または略平行な第 1 の平坦面とを有し、前記第 1 の凹部に充填された前記第 2 の光学材料の

表面および前記第 2 の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置し、前記第 2 の基材は、前記第 2 の凹部の周縁の周囲に位置する第 4 の平坦面と、前記第 4 の平坦面に対して平行または略平行な第 3 の平坦面とを有し、前記第 1 および第 2 の平坦面のうちの一方と、前記第 3 の平坦面とが接合されている。

【 0 0 1 6 】

本発明に係る第 1 の光学系では、より好適には、前記第 2 の凹部に充填された前記第 4 の光学材料の表面と前記第 4 の平坦面は、平行または略平行である。

本発明に係る第 1 の光学系では、更に好適には、前記第 2 の凹部に充填された前記第 4 の光学材料の表面と前記第 4 の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する。

【 0 0 1 7 】

本発明に係る第 1 の光学系では、好適には、前記第 1 の凹部は、前記第 2 の凹部よりも大きく、前記第 1 の基材の前記第 2 の平坦面と、前記第 2 の基材の前記第 3 の平坦面とが接合されており、前記第 2 の光学材料は、前記第 1 の光学材料よりも屈折率が大きく、前記第 4 の光学材料は、前記第 3 の光学材料よりも屈折率が大きく、前記第 1 の凹部に充填された前記第 2 の光学材料と、前記第 2 の凹部に充填された前記第 4 の光学材料とにより、ソリッドイマージョンレンズが構成されている。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る第 1 の光学系は、例えば、スイングアームに取り付けられる光ヘッドのスライダに用いてもよく、この場合、前記第 3 の光学材料は、酸化アルミニウムとすることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

本発明に係る第 2 の光学系は、光学素子およびレンズを有する光学系であって、前記光学素子は、第 1 の光学材料からなる基材と、前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料とを有し、前記基材は、回転対称または略回転対称な形状の凹部を有し、この凹部には、前記第 2 の光学材料が充填されており、前記レンズは、回転対称または略回転対称な曲面と平坦面とにより囲まれた形状を有し、前記凹部の対称軸と前記レンズの光軸が、同一直線上または略同一直線上

に位置するように、前記レンズと前記光学素子とが接合されている。

【 0 0 2 0 】

本発明に係る第 2 の光学系では、好適には、前記基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第 2 の平坦面と、前記第 2 の平坦面に対して平行または略平行な第 1 の平坦面とを有し、前記レンズの平坦面と前記光学素子の前記第 1 の平坦面とが接合されている。

【 0 0 2 1 】

本発明に係る第 2 の光学系では、より好適には、前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面と前記第 2 の平坦面は、平行または略平行である。

本発明に係る第 2 の光学系では、更に好適には、前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面と前記第 2 の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する。

【 0 0 2 2 】

本発明に係る第 2 の光学系では、好適には、前記レンズは、凸型の形状であると共に前記凹部よりも大きく、前記第 2 の光学材料は、前記第 1 の光学材料よりも屈折率が大きく、前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料および前記レンズは、ソリッドイマージョンレンズを構成している。

【 0 0 2 3 】

本発明に係る第 2 の光学系は、例えば、スイングアームに取り付けられる光ヘッドのスライダに用いてもよく、この場合、前記第 1 の光学材料は、酸化アルミニウムとすることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

本発明に係る第 1 の光学素子の製造方法は、第 1 の光学材料からなる基材の凹部に、前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、空洞に対して突出した凸部が形成された金型により、前記凸部の形状を写した凹部が形成された前記第 1 の光学材料からなる基材を、モールド成形により生成する工程と、前記モールド成形により生成された前記基材の前記凹部に、前記第 2 の光学材料を充填する工程とを有する。

【 0 0 2 5 】

本発明に係る第 1 の光学素子の製造方法は、好適には、前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する。

【 0 0 2 6 】

本発明に係る第 1 の光学素子の製造方法では、より好適には、前記基材の凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記平坦化する工程では、前記凸部の形状が写された前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第 2 の光学材料の表面を研磨する。

【 0 0 2 7 】

本発明に係る第 1 の光学素子の製造方法は、より好適には、平坦化された前記第 2 の光学材料の前記表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記基材を研磨する工程をさらに有する。

【 0 0 2 8 】

本発明に係る第 1 の光学素子の製造方法では、好適には、前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記凸部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凸部の表面の形状は、円弧または略円弧である。

【 0 0 2 9 】

本発明に係る第 1 の光学素子の製造方法では、好適には、前記第 2 の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である。

【 0 0 3 0 】

本発明に係る第 1 の光学素子の製造方法では、例えば、前記第 2 の光学材料は、液状の光学材料であり、前記第 2 の光学材料を充填する工程は、前記モールド成形により生成された前記基材の前記凹部に前記第 2 の光学材料を満たす工程と、前記第 2 の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程とを有する構成としてもよい。この場合、前記凹部を密閉する前記層は、例えば一定または略一定の厚さの膜とし、前記第 2 の光学材料は、例えば光学油または液晶とする。

【 0 0 3 1 】

本発明に係る第 2 の光学素子の製造方法は、第 1 の光学材料からなる基材の凹部に、前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、第 1 の光学材料からなる基材の平坦面に、孔を有するレジストを形成する工程と、前記孔に対応する凹部を、エッチングによって前記基材に形成する工程と、前記凹部が形成された前記基材から前記レジストを除去する工程と、前記レジストが除去された前記基材の前記凹部に、前記第 2 の光学材料を充填する工程とを有する。

【 0 0 3 2 】

本発明に係る第 2 の光学素子の製造方法は、好適には、前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する。

【 0 0 3 3 】

本発明に係る第 2 の光学素子の製造方法では、より好適には、前記孔は、円形または略円形であり、前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記平坦化する工程では、前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第 2 の光学材料の表面を研磨する。

【 0 0 3 4 】

本発明に係る第 2 の光学素子の製造方法は、より好適には、平坦化された前記第 2 の光学材料の前記表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記基材を研磨する工程をさらに有する。

【 0 0 3 5 】

本発明に係る第 2 の光学素子の製造方法では、好適には、前記孔は、円形または略円形であり、前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記凹部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凹部の表面の形状は、円弧または略円弧である。

【 0 0 3 6 】

本発明に係る第 2 の光学素子の製造方法では、好適には、前記第 2 の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素であ

る。

【 0 0 3 7 】

本発明に係る第 2 の光学素子の製造方法では、例えば、前記第 2 の光学材料は、液状の光学材料であり、前記第 2 の光学材料を充填する工程は、前記レジストが除去された前記基材の前記凹部に前記第 2 の光学材料を満たす工程と、前記第 2 の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程とを有する構成としてもよい。この場合、前記凹部を密閉する前記層は、例えば一定または略一定厚さの膜とし、前記第 2 の光学材料は、例えば光学油または液晶とする。

【 0 0 3 8 】

本発明に係る第 3 の光学素子の製造方法は、第 1 の光学材料からなる基材の凹部に、前記第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、凸部を備え、前記凸部の周囲が平坦である第 2 の基材に対し、前記凸部を埋没させる第 1 の光学材料の層からなる第 1 の基材を形成する工程と、前記第 1 の基材の表面を平坦化して平坦面を形成し、当該平坦面を、第 3 の光学材料からなる第 3 の基材に接合する工程と、前記第 3 の基材に接合された前記第 1 の基材から、前記第 2 の基材を除去し、前記第 1 の基材のうち前記凸部の形状が写された凹部を露出させる工程と、露出した前記第 1 の基材の前記凹部に、前記第 2 の光学材料を充填する工程とを有する。

【 0 0 3 9 】

本発明に係る第 3 の光学素子の製造方法は、好適には、前記凹部に充填された前記第 2 の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する。

【 0 0 4 0 】

本発明に係る第 3 の光学素子の製造方法では、より好適には、前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記平坦化する工程では、前記凸部の形状が写された前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第 2 の光学材料の表面を研磨する。

【 0 0 4 1 】

本発明に係る第 3 の光学素子の製造方法は、より好適には、平坦化された前記

第 2 の光学材料の表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記第 3 の基材を研磨する工程をさらに有する。

【 0 0 4 2 】

本発明に係る第 3 の光学素子の製造方法では、好適には、前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記凸部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凸部の表面の形状は、円弧または略円弧である。

【 0 0 4 3 】

本発明に係る第 3 の光学素子の製造方法では、好適には、前記第 1 の光学材料と前記第 3 の光学材料は、同一の光学材料である。

【 0 0 4 4 】

本発明に係る第 3 の光学素子の製造方法では、好適には、前記第 2 の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である。

【 0 0 4 5 】

本発明に係る第 3 の光学素子の製造方法では、例えば、前記第 2 の光学材料は、液状の光学材料であり、前記第 2 の光学材料を充填する工程は、露出した前記第 1 の基材の前記凹部に、前記第 2 の光学材料を満たす工程と、前記第 2 の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程とを有する構成としてもよい。この場合、前記凹部を密閉する前記層は、例えば一定または略一定の厚さの膜とし、前記第 2 の光学材料は、例えば光学油または液晶とする。

【 0 0 4 6 】

上記した本発明に係る第 1 の光学素子の製造方法において、金型は、空洞に対して突出した凸部を有する。この金型により、基材をモールド成形することで、凸部の形状を写した凹部を基材に形成することができる。

第 1 の光学材料からなる基材の凹部に、第 2 の光学材料を充填することで、屈折率の違いにより凹部の表面で光を屈折させることができる。金型の凸部を小型にすることで、基材の凹部を小型にすることができ、小型の光学素子を生成可能である。

また、第2の光学材料として、屈折率が高い材料、例えば、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素を用いることで、開口数の大きい光学素子を生成可能である。

## 【 0 0 4 7 】

上記した本発明に係る第2の光学素子の製造方法において、第1の光学材料からなる基材の平坦面に、円形または略円形の孔を有するレジストを形成することで、孔に対応する凹部をエッチングにより形成することができる。

凹部が形成された基材からレジストを除去し、凹部に第2の光学材料を充填することで、屈折率の違いによって凹部の表面で光を屈折させることができる。孔を小型にすることで、基材の凹部を小型にすることができ、小型の光学素子を生成可能である。

また、第2の光学材料として、屈折率が高い材料、例えば、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素を用いることで、開口数の大きい光学素子を生成可能である。

## 【 0 0 4 8 】

上記した本発明に係る第3の光学素子の製造方法において、第2の基材は、凸部を備え、当該凸部の周囲が平坦である。

この第2の基材に対し、凸部を埋没させる第1の光学材料の層からなる第1の基材を形成することで、凸部の形状を写した凹部を第1の基材に形成することができる。

第1の基材の表面を平坦化して平坦面を形成し、当該平坦面を、第3の光学材料からなる第3の基材に接合し、第3の基材に接合された第1の基材から、第2の基材を除去することで、第1の基材のうち凸部の形状を写した凹部を露出させることができる。

第1の基材の凹部に、第2の光学材料を充填することで、屈折率の違いによって凹部の表面で光を屈折させることができる。第2の基材の凸部を小型にすることで、第1の基材の凹部を小型にすることができ、小型の光学素子を生成可能で



ある。

また、第 2 の光学材料として、屈折率が高い材料、例えば、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素を用いることで、開口数の大きい光学素子を生成可能である。

【0049】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して説明する。

【0050】

#### 光学素子

図 1 は、本発明に係る光学素子の実施の形態を示す概略的な構成図である。

この光学素子 100 は、直方体または略直方体の形状を有する。光学素子 100 は、基材（基体）101 とレンズ 102 とを有する。

光学素子 100 の基材 101 およびレンズ 102 は屈折率が異なり、基材 101 およびレンズ 102 の境界で光を屈折させることができる。例えば、基材 101 の上面 100U に光を入射させた場合に、下面 100B から出射する光を、レンズ 102 により収束（集束）または発散させることができ、または平行光にすることができる。

【0051】

基材 101 は、基材 101 の下面に回転対称または略回転対称な凹部 101B を有する。凹部 101B をその対称軸に沿って切断した場合における凹部 101B の表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部 101B は、基材 101 とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部 101B によりレンズ 102 が構成されている。

【0052】

レンズ 102 の下面は、平坦または略平坦であり、光学素子 100 の上面 100U（または基材 101 の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ 102 の下面および基材 101 の下面の平坦面は、平行または略平行であり、好適には、同一平面上に位置する。図 1 において、レンズ 102 の下面および基

材101の下面の平坦面は、光学素子100の下面100Bを構成している。

【0053】

基材101の材料を例えば石英とし、レンズ102の材料を例えば窒化ケイ素（窒化シリコン）とした場合、レンズ102は基材101よりも屈折率が大きいため、凸レンズの機能をレンズ102に持たせることができる。

逆に、基材101の材料を例えば窒化ケイ素とし、レンズ102の材料を例えば石英とした場合、レンズ102は基材101よりも屈折率が小さいため、凹レンズの機能をレンズ102に持たせることができる。

【0054】

光学素子の製造方法の第1の実施の形態

図2および図3は、光学素子の製造方法の第1の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図1の光学素子100と同一構造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

【0055】

図2（A）は、金型3を示している。この金型3には、液状または流動体状の光学材料6Lが通過する通路4と、空洞（キャビティ）3Cとが形成されている。また、金型3の底部には、空洞3Cに対して突起した凸部5が形成されており、凸部5の周囲は平坦になっている。

凸部5は、図1の光学素子100のレンズ102の形状と同一であり、回転対称または略回転対称な形状を有する。

【0056】

図2（B）では、金型3の通路4から光学材料6Lを空洞3Cに注入し、光学材料6を空洞3Cに充填する。注入する光学材料6Lは、例えば溶融石英、プラスチック、合成樹脂等とする。

【0057】

図2（C）では、液状の光学材料6Lを固体状の光学材料6Mに硬化させ、光学材料6Mからなる基材6を金型3から取り出す。金型3から取り出された基材6の底部には、凸部5の形状が転写されて凹部6Bが形成されている。基材6の凹部6Bの周囲は、平坦になっている。

## 【 0 0 5 8 】

図 3 (D) では、光学材料 6 の底部の凹部 6 B に、光学材料 7 M を充填する。光学材料 7 M は、光学材料 6 とは異なる屈折率を有し、好適には光学材料 6 よりも大きい屈折率を有し、一例として窒化ケイ素とする。

例えば、基材 6 の底部に、スパッタリングまたは蒸着により光学材料 7 M の層 7 を形成することで、基材 6 の凹部 6 B に光学材料 7 M を充填する。この場合、凹部 6 B に対応する凹部 7 B が、層 7 に形成される。

## 【 0 0 5 9 】

図 3 (E) では、層 7 の底面を平坦化する。例えば、層 7 の底面の凹部 7 B が無くなるように研磨する。好ましくは、基材 6 の凹部 6 B の対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層 7 の底面を研磨する。または、基材 6 の凹部 6 B の周囲の平坦面と層 7 の底面とが平行または略平行になるように層 7 を研磨する。

基材 6 の凹部 6 B の周囲の平坦面が露出するように層 7 を研磨し、さらに、基材 6 の上面を、平坦化された層 7 の平坦面に対して平行または略平行になるように研磨することで、図 1 の光学素子 1 0 0 と同じ構造の光学素子を得ることが可能である。

## 【 0 0 6 0 】

金型 3 の底部は、空洞 3 C に対して突起した凸部 5 を有するので、空洞 3 C に対して窪んだ形状の凹部を形成してモールド成形により凸レンズを作成する場合に比べ、加工精度を向上することができる。このように、金型 3 を使用することで、モールド成形の凸レンズよりも加工精度の高い小型の凸レンズを作成可能である。

## 【 0 0 6 1 】

なお、図 2 (A) , (B) に示す金型に代えて、上金型と下金型を用いてモールド成形を行ってもよい。下金型の底部には、凸部が形成されており、この凸部の周囲は平坦になっている。この凸部は、図 2 (A) , (B) の凸部 5 と同一である。

まず、下金型および上金型の間の空洞に、光学材料（例えばガラス材料）を注

入し、ガラス材料、下金型および上金型を所定の温度に同時に加熱することで、ガラス材料を軟化させる。そして、軟化したガラス材料を上金型でプレスする。

次に、ガラス材料、下金型および上金型を冷却してガラス材料を硬化させて基材 6 を金型から取り出す。この金型から取り出された基材 6 の底部には、下金型の底部の凸部の形状が転写されて凹部 6 B が形成されている。

このようにして、図 2 (C) に示す基材 6 を得ることも可能である。

【 0 0 6 2 】

#### 光学素子の製造方法の第 2 の実施の形態

図 4 および図 5 は、光学素子の製造方法の第 2 の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一構成または略同一構成の光学素子を得ることが可能である。

【 0 0 6 3 】

図 4 (A) では、基材の一例であるシリコン基板 8 の平坦面に、レジスト 9 を形成する。レジスト 9 の底面の大きさは、図 1 中のレンズ 1 0 2 の底面の大きさと同一または略同一とする。

【 0 0 6 4 】

図 4 (B) では、レジスト 9 をマスクとし、エッチングによりシリコン基板 8 の表面に凸部 8 U を形成する。凸部 8 U の形状は、レンズ 1 0 2 の形状と同一であり、回転対称または略回転対称な形状である。エッチングとしては、例えば、イオンミリング法、R I E 法などを用いる。なお、図 4 (B) では、アンダーカットを利用したエッチングを行ってもよい。

【 0 0 6 5 】

図 4 (C) では、凸部 8 U が形成されたシリコン基板 8 の表面に、凸部 8 U が埋没するように光学材料 1 0 M を積層させ、光学材料 1 0 M の層 1 0 からなる基材を形成する。層 1 0 は、例えば、スパッタリング法、蒸着法などにより、形成してもよい。

シリコン基板 8 上に層 1 0 が形成されると、凸部 8 U に対応する凸部 1 0 U が、層 1 0 の上面に形成される。

## 【0066】

図4 (D) では、層10の上面を平坦化する。例えば、層10の上面の凸部10Uが無くなるように研磨する。好ましくは、シリコン基板8の凸部8Uの対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層10の上面を研磨する。または、シリコン基板8の凸部8Uの周囲の平坦面と層10の上面とが平行または略平行になるように層10を研磨する。

## 【0067】

図4 (E) では、層10の平坦化された上面10Sに、光学材料11Mからなる基材11の平坦面を接合する。接合方法としては、例えば、透明な接着剤により接着してもよく、陽極接合により接合してもよい。光学材料11Mは、好ましくは、光学材料10Mと同じ材料とする。

## 【0068】

図5 (F) では、図4 (E) の層10の下面に接合されていたシリコン基板8を除去し、層10の下面を露出させる。シリコン基板8は、例えば水酸化カリウム水溶液により溶解させて除去してもよい。

層10の下面には、シリコン基板8の凸部8Uの形状が転写されており、凸部8Uに対応する凹部10Bが形成されている。

## 【0069】

図5 (G) では、層10の下面の凹部10Bに光学材料7Mを充填する。光学材料7Mは、光学材料10Mとは異なる屈折率を有し、好適には光学材料10Mよりも大きい屈折率を有し、一例として窒化ケイ素とする。

例えば、層10の下面に、スパッタリングまたは蒸着により光学材料7Mの層7を形成することで、層10の凹部10Bに光学材料7Mを充填する。この場合、凹部10Bに対応する凹部7Bが、層7に形成される。

## 【0070】

図5 (H) では、層7の下面を平坦化する。例えば、層7の底面の凹部7Bが無くなるように研磨する。好ましくは、層10の凹部10Bの対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層7の底面を研磨する。または、層10の凹部10Bの周囲の平坦面と層7の底面とが平行または略平行になるように層7を研

磨する。

層 1 0 の凹部 1 0 B の周囲の平坦面が露出するように層 7 を研磨し、さらに、基材 1 1 の上面を、層 7 の研磨面に対して平行または略平行になるように研磨することで、または、基材 1 1 を除去することで、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一構造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

#### 【 0 0 7 1 】

##### 光学素子の製造方法の第 3 の実施の形態

図 6 および図 7 は、光学素子の製造方法の第 3 の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一構成または略同一構成の光学素子を得ることが可能である。

#### 【 0 0 7 2 】

図 6 (A) では、基材の一例であるシリコン基板 1 8 の平坦面にレジスト 1 9 を形成する。レジスト 1 9 の底面の大きさは、図 1 中のレンズ 1 0 2 の底面の大きさと同一とする。

#### 【 0 0 7 3 】

図 6 (B) では、レジスト 1 9 が形成されたシリコン基板 1 8 の表面に、レジスト 1 9 が埋没するように光学材料 2 0 M を積層させ、光学材料 2 0 M の層 2 0 からなる基材を形成する。光学材料 2 0 M の層 2 0 は、例えば、スパッタリング法、蒸着法を用いて形成してもよい。光学材料 2 0 M は、例えば、酸化アルミニウムとしてもよい。

シリコン基板 1 8 上に層 2 0 が形成されると、レジスト 1 9 に応じた凸部 2 0 U が、層 2 0 の表面に形成される。

#### 【 0 0 7 4 】

図 6 (C) では、層 2 0 の上面を平坦化する。例えば、層 2 0 の上面の凸部 2 0 U が無くなるように研磨する。好ましくは、シリコン基板 1 8 上のレジスト 1 9 の対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層 2 0 の上面を研磨する。または、シリコン基板 1 8 上のレジスト 1 9 の周囲の平坦面と層 2 0 の上面とが平行または略平行になるように層 2 0 を研磨する。

## 【 0 0 7 5 】

図 6 (D) では、層 2 0 の上面 2 0 S に、光学材料 2 1 M からなる基材 2 1 の平坦面を接合する。接合方法としては、例えば、透明な接着剤により接着してもよく、陽極接合により接合してもよい。光学材料 2 1 M は、好ましくは、光学材料 2 0 M と同一の材料とする。

## 【 0 0 7 6 】

図 7 (E) では、図 6 (D) の層 2 0 の下面に接合されていたシリコン基板 1 8 およびレジスト 1 9 を除去し、層 2 0 の下面を露出させる。シリコン基板 1 8 は、例えば水酸化カリウム水溶液により溶解させて除去してもよい。レジスト 1 9 は、例えばレジスト用の剥離液または有機溶剤（例えばアセトン）等により溶解させて除去してもよい。

層 2 0 の下面には、レジスト 1 9 の形状が転写されており、レジスト 1 9 の形状に対応する凹部 2 0 B が形成されている。

## 【 0 0 7 7 】

図 7 (F) では、層 2 0 の下面の凹部 2 0 B に光学材料 7 M を充填する。光学材料 7 M は、光学材料 2 0 M とは異なる屈折率を有し、好適には光学材料 2 0 M よりも大きい屈折率を有し、一例として窒化ケイ素とする。

例えば、層 2 0 の下面に、スパッタリングまたは蒸着により光学材料 7 M の層 7 を形成することで、層 2 0 の凹部 2 0 B に光学材料 7 M を充填する。この場合、凹部 2 0 B に対応する凹部 7 B が、層 7 に形成される。

## 【 0 0 7 8 】

図 7 (G) では、層 7 の下面を平坦化する。例えば、層 7 の底面の凹部 7 B が無くなるように研磨する。好ましくは、層 2 0 の凹部 2 0 B の対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層 7 の底面を研磨する。または、層 2 0 の凹部 2 0 B の周囲の平坦面と層 7 の底面とが平行または略平行になるように層 7 を研磨する。

層 2 0 の凹部 2 0 B の周囲の平坦面が露出するように層 7 を研磨し、さらに、基材 2 1 の上面を、層 7 の研磨面に対して平行または略平行になるように研磨することで、または、基材 2 1 を除去することで、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一構

造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

【 0 0 7 9 】

光学素子の製造方法の第 4 の実施の形態

図 8 および図 9 は、光学素子の製造方法の第 4 の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一構成または略同一構成の光学素子を得ることが可能である。

【 0 0 8 0 】

図 8 (A) では、光学材料 3 1 M からなる基材 3 1 の平坦面に、レジスト 2 9 を形成する。光学材料 3 1 M は、例えば石英とする。

基材 3 1 上のレジスト 2 9 には、円形または略円形の孔 2 9 H が形成されている。

【 0 0 8 1 】

図 8 (B) では、レジスト 2 9 が形成された基材 3 1 をエッチング液 3 2 に所定時間浸す。エッチング液 3 2 は、例えば石英を腐食するフッ酸液等により構成する。

基材 3 1 をエッチング液 3 2 に所定時間浸すことで、レジスト 2 9 の孔 2 9 H から基材 3 1 が徐々に腐食され、孔 2 9 の下側には凹部 3 1 U が形成される。この凹部 3 1 U の大きさは、図 1 中のレンズ 1 0 2 の大きさと同一とする。

【 0 0 8 2 】

図 9 (C) では、基材 3 1 をエッチング液 3 2 から取り出し、レジスト 2 9 を除去する。レジスト 2 9 は、レジスト用の剥離液または有機溶剤（例えばアセトン）等により溶解して除去してもよい。

【 0 0 8 3 】

図 9 (D) では、基材 3 1 の上面の凹部 3 1 U に光学材料 2 7 M を充填する。光学材料 2 7 M は、光学材料 3 1 M とは異なる屈折率を有し、好適には光学材料 3 1 M よりも大きい屈折率を有し、一例として窒化ケイ素とする。

例えば、基材 3 1 の上面に、スパッタリングまたは蒸着により光学材料 2 7 M の層 2 7 を形成することで、基材 3 1 の凹部 3 1 U に光学材料 2 7 M を充填する。この場合、凹部 3 1 U に対応する凹部 2 7 U が、層 2 7 に形成される。



## 【 0 0 8 4 】

図 9 (E) では、層 2 7 の上面を平坦化する。例えば、層 2 7 の上面の凹部 2 7 U が無くなるように研磨する。好ましくは、基材 3 1 の凹部 3 1 U の対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層 2 7 の上面を研磨する。または、基材 3 1 の凹部 3 1 U の周囲の平坦面と層 2 7 の上面とが平行または略平行になるように層 2 7 を研磨する。

基材 3 1 の凹部 3 1 U の周囲の平坦面が露出するように層 2 7 を研磨し、さらに、基材 3 1 の下面を、層 2 7 の研磨面に対して平行または略平行になるように研磨することで、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一構造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

## 【 0 0 8 5 】

光学素子の製造方法の第 5 の実施の形態

図 1 0 は、光学素子の製造方法の第 5 の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一構成または略同一構成の光学素子を得ることが可能である。

## 【 0 0 8 6 】

図 1 0 (A) には、凹部 4 1 U を有する基材 4 1 が示してある。凹部 4 1 U は、回転対称または略回転対称な形状を有する。基材 4 1 のうち凹部 4 1 U の周囲は、平坦になっている。基材 4 1 は、光学材料 4 1 M からなる。

凹部 4 1 U の大きさは、図 1 中のレンズ 1 0 2 の大きさと同一である。

この基材 4 1 は、例えば、図 2 (C) 中の基材 6、図 5 (F) 中の層 1 0 が接合された基材 1 1、図 7 (E) 中の層 2 0 が接合された基材 2 1、または、図 9 中の基材 3 1 を用いる。

## 【 0 0 8 7 】

図 1 0 (B) では、基材 4 1 の上面の凹部 4 1 U に、光学材料 4 1 M とは屈折率が異なる光学材料 3 7 M を充填する。

一例として、光学材料 4 1 M が石英ではない場合、光学材料 3 7 M としてゲル化された石英を用い、基材 4 1 の上面に塗布することで、光学材料 3 7 M の層 3 7 を形成し、基材 4 1 の凹部 4 1 U に光学材料 3 7 M を充填する。

そして、凹部 4 1 U に光学材料 3 7 M が充填された基材 4 1 を加熱し、光学材料 3 7 M を硬化させる。

#### 【 0 0 8 8 】

図 1 0 (C) では、硬化した層 3 7 の上面を平坦化する。例えば、光学材料 3 7 の上面の表面荒れやうねりが無くなるように研磨する。好ましくは、基材 4 1 の凹部 4 1 U の対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層 3 7 の上面を研磨する。または、基材 4 1 の凹部 4 1 U の周囲の平坦面と層 3 7 の上面とが平行または略平行になるように層 3 7 を研磨する。

基材 4 1 の凹部 4 1 U の周囲の平坦面が露出するように層 3 7 を研磨し、さらに、基材 4 1 の下面を、層 3 7 の研磨面に対して平行または略平行になるように研磨することで、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一構造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

#### 【 0 0 8 9 】

#### 光学素子の製造方法の第 6 の実施の形態

図 1 1 は、光学素子の製造方法の第 6 の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一機能または略同一機能を有する光学素子を得ることが可能である。

#### 【 0 0 9 0 】

図 1 1 (A) には、凹部 5 1 U を有する基材 5 1 が示してある。凹部 5 1 は、回転対称または略回転対称な形状を有する。基材 5 1 のうち凹部 5 1 U の周囲は、平坦になっている。基材 5 1 は、光学材料 5 1 M からなる。

凹部 5 1 U の大きさは、図 1 中のレンズ 1 0 2 の大きさと同一である。

この基材 5 1 は、例えば、図 2 (C) 中の基材 6、図 5 (F) 中の層 1 0 が接合された基材 1 1、図 7 (E) 中の層 2 0 が接合された基材 2 1、または、図 9 中の基材 3 1 を用いる。

#### 【 0 0 9 1 】

図 1 1 (B) では、基材 5 1 の上面の凹部 5 1 U に、光学材料 5 1 M とは屈折率が異なる液状の光学材料 4 7 M を満たす。光学材料 4 7 M としては、例えば、光学油、液晶等の光学液体を用いる。

そして、基材 5 1 の上面に光学材料 4 8 M からなる層 4 8 を形成し、光学材料 4 7 M が満たされた凹部 5 1 を層 4 8 により密閉する。このようにして、凹部 5 1 U に液状の光学材料 4 7 M を充填することができる。層 4 8 は、例えば、一定または略一定の厚さの膜としてもよい。なお、基材 5 1 の下面を研磨することで、基材 5 1 を所望の厚さにすることができる。

#### 【 0 0 9 2 】

##### 光学系の第 1 の実施の形態

図 1 2 は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 1 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

この光学系 1 1 9 は、同一構成の光学素子 1 0 0, 1 1 0 を有し、光学素子 1 0 0, 1 1 0 を積み上げて構成されている。なお、光学素子 1 0 0 は、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一または略同一であり、その説明を適宜省略する。

#### 【 0 0 9 3 】

光学素子 1 1 0 は、基材 1 1 1 とレンズ 1 1 2 とを有する。基材 1 1 1 は光学材料からなり、基材 1 1 1 とレンズ 1 1 2 は屈折率が異なる。

基材 1 1 1 は、基材 1 1 1 の下面に回転対称または略回転対称な凹部 1 1 1 B を有する。凹部 1 1 1 B をその対称軸に沿って切断した場合における凹部 1 1 1 B の表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部 1 1 1 B は、基材 1 1 1 とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部 1 1 1 B によりレンズ 1 1 2 が構成されている。

#### 【 0 0 9 4 】

レンズ 1 1 2 の下面は、平坦であり、光学素子 1 1 0 の上面 1 1 0 U (または基材 1 1 1 の上面) と平行または略平行になっている。また、レンズ 1 1 2 の下面および基材 1 1 1 の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子 1 1 0 の下面 1 1 0 B を構成している。

#### 【 0 0 9 5 】

光学素子 1 1 0 の基材 1 1 1、レンズ 1 1 2、上面 1 1 0 U、および下面 1 1 0 B は、それぞれ光学素子 1 0 0 の基材 1 0 1、レンズ 1 0 2、上面 1 0 0 U、および下面 1 0 0 B に対応している。

## 【 0 0 9 6 】

光学素子 1 1 0 は、直方体または略直方体の形状を有し、上面 1 1 0 U に光を入射させた場合に、下面 1 1 0 B から出射する光を、レンズ 1 1 2 により収束（集束）もしくは発散させることができ、または平行光にすることができる。

レンズ 1 0 2, 1 1 2 の光軸が、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子 1 0 0 の下面 1 0 0 B と光学素子 1 1 0 の上面 1 1 0 U とが接合されている。

## 【 0 0 9 7 】

光学素子 1 0 0, 1 1 0 は、板状または略板状の形状にすることも可能である。光学素子 1 0 0, 1 1 0 は、高い精度で位置合わせを行って積み重ねることが可能である。

例えば、基材 1 0 1, 1 1 1 に、半導体集積回路を製造する場合に用いるマスク合わせの目印のように、位置合わせ用の目印を付けておくことで、この目印を用いて複数の光学素子を高精度で積み重ねることが可能である。

## 【 0 0 9 8 】

また、光学素子 1 0 0, 1 1 0 の形状を、直方体もしくは略直方体または板状もしくは略板状の形状にすることで、光学素子を積み重ねる場合に各レンズ（の光軸）の傾きが生じることを防ぐことができ、2 次元方向（縦横方向）の位置合わせで光学素子を積み重ねることができ、光学系 1 1 9 を容易に作成可能である。

## 【 0 0 9 9 】

光学系の第 2 の実施の形態

図 1 3 は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 2 の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図 1 3 中の光学素子 1 0 0 は、図 1 の光学素子 1 0 0 と同一または略同一であり、その説明を適宜省略する。

この光学系 1 2 9 は、光学素子 1 0 0, 1 2 0 を有し、光学素子 1 0 0, 1 2 0 を積み上げて構成されている。

## 【 0 1 0 0 】

光学素子 1 2 0 は、基材 1 2 1 とレンズ 1 2 2 とを有する。基材 1 2 1 は光学

材料からなり、基材 1 2 1 とレンズ 1 2 2 は屈折率が異なる。

基材 1 2 1 は、基材 1 2 1 の下面に回転対称または略回転対称な凹部 1 2 1 B を有する。凹部 1 2 1 B をその対称軸に沿って切断した場合における凹部 1 2 1 B の表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部 1 2 1 B は、基材 1 2 1 とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部 1 2 1 B によりレンズ 1 2 2 が構成されている。

#### 【0 1 0 1】

レンズ 1 2 2 の下面は、平坦であり、光学素子 1 2 0 の上面 1 2 0 U（または基材 1 2 1 の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ 1 2 2 の下面と基材 1 2 1 の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子 1 2 0 の下面 1 2 0 B を構成している。

#### 【0 1 0 2】

光学素子 1 2 0 は、直方体または略直方体の形状であり、上面 1 2 0 U に光を入射させた場合に、下面 1 2 0 B から出射する光を、レンズ 1 2 2 により収束（集束）もしくは発散させることができ、または平行光にすることができる。

レンズ 1 0 2, 1 2 2 の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子 1 0 0 の下面 1 0 0 B と光学素子 1 2 0 の上面 1 2 0 U とが接合されている。

#### 【0 1 0 3】

光学素子 1 0 0, 1 2 0 は、板状または略板状にすることも可能である。光学素子 1 0 0, 1 2 0 は高い精度で位置合わせを行って積み重ねることが可能である。

また、光学素子 1 0 0, 1 2 0 の形状を、直方体もしくは略直方体または板状もしくは略板状の形状とすることで、光学素子を積み重ねる場合に各レンズ（の光軸）の傾きが生じることを防ぐことができ、光学系 1 2 9 を容易に作成可能である。

また、光学系 1 2 9 により、ソリッドイマージョンレンズ（S I L）を構成することができ、高い開口数を得ることが可能である。

【 0 1 0 4 】

光学系の第 3 の実施の形態

図 1 4 は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 3 の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図 1 4 の光学系 1 2 9 A において、図 1 3 の光学系 1 2 9 と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光学系 1 2 9 A は、図 1 3 の光学系 1 2 9 から基材 1 0 1 を取り除いた構成である。

【 0 1 0 5 】

この光学系 1 2 9 A は、レンズ 1 0 2 および光学素子 1 2 0 を有し、光学素子 1 2 0 上にレンズ 1 0 2 を積み上げて構成されている。光学素子 1 2 0 の上面 1 2 0 U には、レンズ 1 0 2 の底面が接している。

このように、レンズ 1 0 2 および光学素子 1 2 0 により光学系 1 2 9 A を構成することで、光学系 1 2 9 A を図 1 3 の光学系 1 2 9 に比べて小型にすることができる。また、光学系 1 2 9 A により、ソリッドイマージョンレンズ (S I L) を構成することができる。

【 0 1 0 6 】

図 1 3 の光学系 1 2 9 から図 1 4 の光学系 1 2 9 A を得ることが可能である。

例えば、光学素子 1 0 0 の基材 1 0 1 の材料が石英であり、レンズ 1 0 2 の材料が窒化ガリウムであり、光学素子 1 2 0 の基材 1 2 1 の材料が酸化アルミニウムであり、レンズ 1 2 2 の材料が窒化ガリウムである場合、図 1 3 の光学系 1 2 9 をフッ酸等のエッチング液に浸すことにより、基材 1 0 1 を溶かして除去し、図 1 4 の光学系 1 2 9 A を得ることができる。

【 0 1 0 7 】

また、レンズ 1 0 2 は、光学素子 1 0 0 から取り出すことが可能である。

例えば、レンズ 1 0 2 の材料が窒化ガリウムであり、基材 1 0 1 の材料が石英である場合、光学素子 1 0 0 をフッ酸等のエッチング液に浸すことにより、基材 1 0 1 を溶かしてレンズ 1 0 2 を取り出すことができる。

## 【 0 1 0 8 】

光学系の第 4 の実施の形態

図 1 5 は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 4 の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図 1 5 の光学系 1 4 9 において、図 1 3 の光学系 1 2 9 と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

## 【 0 1 0 9 】

この光学系 1 4 9 は、光学素子 1 0 0、1 2 0、1 4 0 を有し、光学素子 1 2 0 上に光学素子 1 0 0 が積み上げてあり、光学素子 1 0 0 上に光学素子 1 4 0 が積み上げてある。

光学素子 1 0 0、1 2 0、1 4 0 のレンズ 1 0 2、1 2 2、1 4 2 の光軸が同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学系 1 2 9 の光学素子 1 0 0 の上面と光学素子 1 4 0 の下面 1 4 0 B とが接合されている。

## 【 0 1 1 0 】

光学素子 1 4 0 は、基材 1 4 1 とレンズ 1 4 2 とを有する。基材 1 4 1 は光学材料からなり、基材 1 4 1 とレンズ 1 4 2 は屈折率が異なる。

基材 1 4 1 は、基材 1 4 1 の下面に回転対称または略回転対称な凹部 1 4 1 B を有する。凹部 1 4 1 B をその対称軸に沿って切断した場合における凹部 1 4 1 B の表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部 1 4 1 B は、基材 1 4 1 とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部 1 4 1 B によりレンズ 1 4 2 が構成されている。

## 【 0 1 1 1 】

レンズ 1 4 2 の下面は、平坦であり、光学素子 1 4 0 の上面 1 4 0 U（または基材 1 4 1 の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ 1 4 2 の下面および基材 1 4 0 の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子 1 4 0 の下面 1 4 0 B を構成している。

## 【 0 1 1 2 】

光学素子 1 4 0 は、直方体または略直方体の形状であり、上面 1 4 1 U に光を入射させた場合に、光学素子 1 4 0 の下面 1 4 0 B から出射する光を、レンズ 1

4 2 により収束（集束）もしくは発散させることができ、または平行光にすることができる。

この光学素子 1 4 0 は、コリメータレンズの機能を有し、半導体レーザ 6 0 からのレーザ光を平行光にして光学素子 1 0 0 に供給する。

【 0 1 1 3 】

光学系 1 2 9 は、光学素子 1 0 0, 1 2 0 を有する。光学素子 1 0 0, 1 2 0 の組み合わせにより、高い開口数 NA を得ることができ、ソリッドイマージョンレンズ（S I L）を構成することができる。レンズ 1 2 2 の屈折率を大きくすることで光学系 1 2 9 の開口数 NA をより高くすることができる。

光学素子 1 0 0, 1 2 0, 1 4 0 では、基材 1 0 1, 1 2 1, 1 4 1 の凹部を利用してレンズ 1 0 2, 1 2 2, 1 4 2 を形成しているので、レンズ 1 0 2, 1 2 2, 1 4 2 の材料の選択幅を大きくすることができ、レンズ 1 0 2, 1 2 2, 1 4 2 の材料として屈折率の大きい光学材料を用いることができる。

【 0 1 1 4 】

光学素子 1 4 0 からの平行光は、レンズ 1 0 2, 1 2 2 を経てレンズ 1 2 2 の底面から出射され、出射光は光ディスク 8 0 の記録面に集光されて当該記録面を照射する。

なお、光学素子 1 2 0 の底面（光ディスク 8 0 と対向する対向面）の角に丸みを設けることで、光ディスク 8 0 の表面との衝突および／または衝撃を減らすことが可能である。

【 0 1 1 5 】

光学系の第 5 の実施の形態

図 1 6 は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 5 の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図 1 6 の光学系 1 4 9 A において、図 1 5 の光学系 1 4 9 と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光学系 1 4 9 A は、図 1 5 の光学系 1 4 9 から基材 1 4 1 を取り除いた構成である。



## 【0116】

光学系149Aは、光学素子100、120およびレンズ142を有し、光学素子120上に光学素子100が積み上げてあり、光学素子100上にレンズ142が積み上げてある。光学素子100、120のレンズ102、122およびレンズ142の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子100、120およびレンズ142が接合されている。

レンズ142は、コリメータレンズを構成しており、半導体レーザ60からのレーザ光を平行光にして光学素子100に供給する。

## 【0117】

レンズ142からの平行光は、レンズ102、122を経てレンズ122の底面から出射され、出射光は光ディスク80の記録面に集光されて当該記録面を照射する。

このように、光学素子100、120およびレンズ142により光学系149Aを構成することで、光学系149Aを図15の光学系149に比べて小型にすることができる。なお、レンズ142と半導体レーザ60との距離は、レンズ142の形状および厚さにより調整可能である。

## 【0118】

光学系の第6の実施の形態

図17は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第6の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図17の光学系159において、図15の光学系149と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光学系159は、図15の光学系149の光学素子100、140間に、ビームスプリッタである光学素子150を挿入した構成である。

## 【0119】

光学系159は、光学素子100、120、140、150を有し、光学素子120上に光学素子100が積み上げてあり、光学素子100上に光学素子150が積み上げてあり、光学素子150上に光学素子140が積み上げてある。光学素子100、120、140のレンズ102、122、142の光軸は、同一

直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子 1 0 0, 1 2 0, 1 4 0, 1 5 0 が接合されている。

#### 【0 1 2 0】

光学素子 1 0 0, 1 4 0 の間に位置する光学素子 1 5 0 は、ビームスプリッタの機能を有し、半透明の膜（半透明膜）1 5 2 がレンズ 1 0 2, 1 4 2 の間に位置している。

この半透明膜 1 5 2 は、光学素子 1 4 0（のレンズ 1 4 2）からの平行光を通過させ、光学系 1 2 9（のレンズ 1 0 2）からの戻り光を反射する。

#### 【0 1 2 1】

光学素子 1 4 0 は、コリメータレンズの機能を有し、半導体レーザ 6 0 からのレーザ光を平行光にし、この平行光を光学素子 1 5 0 を介して光学系 1 2 9 内の光学素子 1 0 0 に供給する。

#### 【0 1 2 2】

光学系 1 2 9 は、光学素子 1 5 0 からの平行光をレンズ 1 0 2, 1 2 2 を経てレンズ 1 2 2 の底面から出射し、出射光を光ディスク 8 0 の記録面に集光して当該記録面を照射する。また、光学系 1 2 9 は、光ディスク 8 0（の記録面）で反射した反射レーザ光（戻りレーザ光）を、光学素子 1 5 0 に供給する。

光学素子 1 4 0 と光学系 1 2 9 との間に、ビームスプリッタである光学素子 1 5 0 を介在させることで、光ディスク 8 0 で反射した反射レーザ光を光学素子 1 5 0 の側面から取り出すことが可能である。

#### 【0 1 2 3】

#### 光学系の第 7 の実施の形態

図 1 8 は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 7 の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図 1 8 の光学系 1 5 9 A において、図 1 7 の光学系 1 5 9 と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光学系 1 5 9 A は、図 1 7 の光学系 1 5 9 から基材 1 4 1 を取り除いた構成である。

## 【 0 1 2 4 】

光学系 1 5 9 A は、光学素子 1 0 0, 1 2 0, 1 5 0 およびレンズ 1 4 2 を有し、光学素子 1 2 0 上に光学素子 1 0 0 が積み上げてあり、光学素子 1 0 0 上に光学素子 1 5 0 が積み上げてあり、光学素子 1 5 0 上にレンズ 1 4 2 が積み上げてある。

光学素子 1 0 0, 1 2 0 のレンズ 1 0 2, 1 2 2 およびレンズ 1 4 2 の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子 1 0 0, 1 2 0, 1 5 0 およびレンズ 1 4 2 が接合されている。

レンズ 1 4 2 は、コリメータレンズを構成しており、半導体レーザ 6 0 からのレーザ光を平行光にし、この平行光を光学素子 1 5 0 を介して光学素子 1 0 0 に供給する。

## 【 0 1 2 5 】

レンズ 1 4 2 からの平行光は、レンズ 1 0 2, 1 2 2 を経てレンズ 1 2 2 の底面から出射され、出射光は光ディスク 8 0 の記録面に集光されて当該記録面を照射する。また、光学系 1 2 9 は、光ディスク 8 0 (の記録面) で反射した反射レーザ光 (戻りレーザ光) を、光学素子 1 5 0 に供給する。

このように、光学素子 1 0 0, 1 2 0, 1 5 0 およびレンズ 1 4 2 により光学系 1 5 9 A を構成することで、光学系 1 5 9 A を図 1 7 の光学系 1 5 9 に比べて小型にすることができる。

## 【 0 1 2 6 】

光ヘッドの第 1 の実施の形態

図 1 9 は、本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第 1 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

この光ヘッド 5 0 0 は、光学系 3 2 9 およびミラー 6 1 を有し、スイングアーム 6 2 およびサスペンション 6 3 によりフライングヘッドを構成している。

## 【 0 1 2 7 】

光学系 3 2 9 は、光学素子 3 0 0, 3 2 0 を有し、光学素子 3 2 0 上に光学素子 3 0 0 が積み上げてある。この光学系 3 2 9 は、スライダを構成しており、光学系 3 2 9 の光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B と光ディスク 8 0 の表面とが対向し

ており、光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B がスライダ面を構成している。

このように、光学系 3 2 9 は、そのまま光ヘッド 5 0 0 のスライダに用いることができるという利点がある。

#### 【 0 1 2 8 】

スイングアーム 6 2 の上面には、ミラー 6 1 が取り付けられている。スイングアーム 6 3 の下面には、サスペンション 6 3 が取り付けられており、又はサスペンション 6 3 が形成されている。

また、スイングアーム 6 2 には、ミラー 6 1 の反射光が通過する通過孔 6 2 H が形成されている。

サスペンション 6 3 の先端部には、光学系 3 2 9 が取り付けられている。

#### 【 0 1 2 9 】

ミラー 6 1 は、スイングアーム 6 2 の根元側から平行光のレーザ光が供給され、供給されたレーザ光を反射して通過孔 6 2 H を介して光学系 3 2 9 に供給する。

光学系 3 2 9 は、ミラー 6 1 からのレーザ光をレンズ 3 0 2, 3 2 2 を用いて集光し、光ディスク 8 0 の記録面に焦点を結像させる。また、光学系 3 2 9 は、光ディスク 8 0 の記録面で反射したレーザ光（戻りレーザ光）を、通過孔 6 2 H を介してミラー 6 1 に戻す。

ミラー 6 1 は、光学系 3 2 9 からの戻りレーザ光を反射してスイングアーム 6 2 の根元側に戻す。

#### 【 0 1 3 0 】

図 2 0 は、図 1 9 中の光学系 3 2 9 を示す概略的な構成図である。

光学素子 3 0 0 は、基材 3 0 1 とレンズ 3 0 2 とを有する。基材 3 0 1 は光学材料からなり、基材 3 0 1 とレンズ 3 0 2 は屈折率が異なる。

基材 3 0 1 は、基材 3 0 1 の下面に回転対称または略回転対称な凹部 3 0 1 B を有する。凹部 3 0 1 B をその対称軸に沿って切断した場合における凹部 3 0 1 B の表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部 3 0 1 B は、基材 3 0 1 とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部 3 0 1 B によりレンズ 3 0 2 が構成されている。

【 0 1 3 1 】

レンズ 3 0 2 の下面は、平坦であり、光学素子 3 0 0 の上面 3 0 0 U（または基材 3 0 1 の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ 3 0 2 の下面と基材 3 0 1 の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子 3 0 0 の下面 3 0 0 B を構成している。

【 0 1 3 2 】

光学素子 3 0 0 は、直方体または略直方体の形状であり、上面 3 0 0 U に光を入射させた場合に、下面 3 0 0 B から出射する光を、レンズ 3 0 2 により収束（集束）させることができる。

【 0 1 3 3 】

光学素子 3 2 0 は、基材 3 2 1 とレンズ 3 2 2 とを有する。基材 3 2 1 は光学材料からなり、基材 3 2 1 とレンズ 3 2 2 は屈折率が異なる。

基材 3 2 1 は、基材 3 2 1 の下面に回転対称または略回転対称な凹部 3 2 1 B を有する。凹部 3 2 1 B をその対称軸に沿って切断した場合における凹部 3 2 1 B の表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部 3 2 1 B は、基材 3 2 1 とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部 3 2 1 B によりレンズ 3 2 2 が構成されている。

【 0 1 3 4 】

レンズ 3 2 2 の下面は、平坦であり、光学素子 3 2 0 の上面 3 2 0 U（または基材 3 2 1 の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ 3 2 2 の下面と基材 3 2 1 の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子 3 2 0 の下面 3 2 0 B を構成している。

【 0 1 3 5 】

光学素子 3 2 0 は、直方体または略直方体の形状であり、上面 3 2 0 U に光を入射させた場合に、下面 3 2 0 B から出射する光を、レンズ 3 2 2 により収束（集束）させることができる。

レンズ 3 0 2, 3 2 2 の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子 3 0 0 の下面 3 0 0 B と光学素子 3 2 0 の上面 3 2 0 U とが接合されている。

なお、光学素子 3 2 0 の底面（光ディスク 8 0 と対向する対向面）3 2 0 B の角に丸みを設けることで、光ディスク 8 0 の表面との衝突および／または衝撃を減らすことが可能である。

#### 【 0 1 3 6 】

光ヘッド 5 0 0 の光学系 3 2 9 は剛性および／または硬度が大きいことが望ましく、光学素子 3 2 0 の基材 3 2 1 を酸化アルミニウムとすることで、剛性および／または硬度を大きくすることができる。

光学系 3 2 9 により高い開口数を得ることができ、光学系 3 2 9 によりソリッドイマージョンレンズ（固体油含浸レンズ、S I L）を構成して当該光学系 3 2 9 を近接場の領域で使用することで、近接場光記録再生を行うことが可能であり、光ディスクの記録密度を向上可能である。

#### 【 0 1 3 7 】

光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B には、スライダである光学系 3 2 9 を浮上させるためのレールを形成してもよい。

光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B には、光ディスク 8 0 が光磁気ディスクである場合に、光磁気記録時に磁界（または磁力線）を発生するコイルを形成してもよい。

光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B のレールおよび／またはコイルは、光学素子 3 2 0 を直方体もしくは略直方体または板状もしくは略板状にすることで、半導体製造プロセスを利用して容易に作成可能である。

#### 【 0 1 3 8 】

一例として、光学系 3 2 9 の横方向の大きさは約 1 m m とし、縦方向の大きさは約 0. 5 m m とし、高さ方向の大きさは約 0. 4 m m とする。

一例として、光学素子 3 0 0 の高さ方向の大きさは約 0. 3 m m とし、光学素子 3 2 0 の高さ方向の大きさは約 0. 1 3 m m とする。

一例として、レンズ 3 0 2 の底面（または平坦面）の直径は約 0. 2 m m とし、レンズ 3 2 2 の底面（または平坦面）の直径は約 0. 1 m m とする。

#### 【 0 1 3 9 】

光ヘッドの第 2 の実施の形態

図 2 1 は、本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第 2 の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図 1 9 の光ヘッド 5 0 0 および図 2 0 の光学系 3 2 9 と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光ヘッド 5 0 0 A は、図 1 9 の光ヘッド 5 0 0 から基材 3 0 1 を取り除き、光学系 3 2 9 A をサスペンション 6 3 に取り付けた構成である。

【 0 1 4 0 】

光ヘッド 5 0 0 A は、光学系 3 2 9 A およびミラー 6 1 を有し、スイングアーム 6 2 およびサスペンション 6 3 によりフライングヘッドを構成している。

光学系 3 2 9 A は、図 1 9 および図 2 0 の光学系 3 2 9 から基材 3 0 1 を取り除いた構成である。

この光学系 3 2 9 A は、光学素子 3 2 0 およびレンズ 3 0 2 を有し、光学素子 3 2 0 上にレンズ 3 0 2 が積み上げてある。また、光学系 3 2 9 A は、スライダを構成しており、光学系 3 2 9 A の光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B と光ディスク 8 0 の表面とが対向しており、光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B がスライダ面を構成している。

【 0 1 4 1 】

スイングアーム 6 2 の上面には、ミラー 6 1 が取り付けられている。スイングアームの下面には、サスペンション 6 3 が取り付けられてあり、又はサスペンション 6 3 が形成されている。

また、スイングアーム 6 2 には、ミラー 6 1 の反射光が通過する通過孔 6 2 H が形成されている。

サスペンション 6 3 の先端部には、光学系 3 2 9 A の光学素子 3 2 0 が取り付けられている。

【 0 1 4 2 】

ミラー 6 1 は、スイングアーム 6 2 の根元側から平行光のレーザ光が供給され、供給されたレーザ光を反射して通過孔 6 2 H を介して光学系 3 2 9 A に供給する。

光学系 3 2 9 A は、ミラー 6 1 からのレーザ光をレンズ 3 0 2, 3 2 2 を用い

て集光し、光ディスク 8 0 の記録面に焦点を結像させる。また、光学系 3 2 9 A は、光ディスク 8 0 の記録面で反射したレーザ光（戻りレーザ光）を、通過孔 6 2 H を介してミラー 6 1 に戻す。

ミラー 6 1 は、光学系 3 2 9 A からの戻りレーザ光を反射してスイングアーム 6 2 の根元側に戻す。

#### 【 0 1 4 3 】

図 2 2 は、図 2 1 中の光学系 3 2 9 A を示す概略的な構成図である。

レンズ 3 0 2 の上面は、回転対称または略回転対称な曲面となっている。

レンズ 3 0 2 の下面は、平坦であり、光学素子 3 2 0 の上面 3 2 0 U（または基材 3 2 1 の上面）に接合されている。

#### 【 0 1 4 4 】

レンズ 3 0 2、3 2 2 の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、レンズ 3 0 2 および光学素子 3 2 0 が接合されている。なお、光学素子 3 2 0 の底面（光ディスク 8 0 と対向する対向面）3 2 0 B の角に丸みを設けることで、光ディスク 8 0 の表面との衝突および／または衝撃を減らすことが可能である。

#### 【 0 1 4 5 】

#### 光ヘッドの第 3 の実施の形態

図 2 3 は、本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第 3 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

この光ヘッド 6 0 0 は、光学系 3 2 9 と、IC チップ 7 4 と、プリズム 7 5 と、光学素子 3 4 0 とを有し、スイングアーム 7 2 およびサスペンション 7 3 によりフライングヘッドを構成している。

#### 【 0 1 4 6 】

光学系 3 2 9 は、光学素子 3 0 0、3 2 0 を有し、光学素子 3 2 0 上に光学素子 3 0 0 が積み上げてある。この光学系 3 2 9 は、スライダを構成しており、光学系 3 2 9 の光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B と光ディスク 8 0 の表面とが対向しており、光学素子 3 2 0 の底面 3 2 0 B がスライダ面を構成している。

光学系 3 2 9 は、図 1 9 および図 2 0 に示す光学系 3 2 9 と同一構成であり、



その説明を適宜省略する。

【 0 1 4 7 】

スイングアーム 7 2 の下面には、サスペンション 7 3 が取り付けられてあり、又はサスペンション 7 3 が形成されている。

また、スイングアーム 7 2 の下面の先端部には、I C チップ 7 4 の上面が接合されており、スイングアーム 7 2 に沿って不図示の信号線および電源線が設置されている。前記電源線により、I C チップ 7 4 に電力を供給することができ、前記信号線により、I C チップ 7 4 の出力信号を取り出すことができ、I C チップ 7 4 に信号を供給することができる。

【 0 1 4 8 】

I C チップ 7 4 の下面には、プリズム 7 5 の上面と台座 7 6 の上面とが接合されている。

プリズム 7 5 の下面には、光学素子 3 4 0 の上面が接合されている。

台座 7 6 の下面には、光ファイバ 7 1 が接合されている。例えば、台座 7 6 の下面に V 字溝を形成し、当該 V 字溝に光ファイバがはめ込まれるように、光ファイバ 7 1 を接着剤で固着する。なお、台座 7 6 は、I C チップ 7 4 と同一の材料とすることが望ましい。

サスペンション 7 3 の先端部には、光学系 3 2 9 が取り付けられてある。

【 0 1 4 9 】

光学素子 3 4 0 は、基材 3 4 1 とレンズ 3 4 2 とを有する。基材 3 4 1 は光学材料からなり、基材 3 4 1 とレンズ 3 4 2 は屈折率が異なる。

基材 3 4 1 は、基材 3 4 1 の下面に回転対称または略回転対称な凹部を有する。凹部をその対称軸に沿って切断した場合における凹部の表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。凹部は、基材 3 4 1 とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部によりレンズ 3 4 2 が構成されている。

【 0 1 5 0 】

レンズ 3 4 2 の下面は、平坦であり、光学素子 3 4 0 の上面 3 4 0 U（または基材 3 4 1 の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ 3 4 2 の下

面および基材 3 4 1 の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子 3 4 0 の下面 3 4 0 B を構成している。

#### 【 0 1 5 1 】

光学素子 3 4 0 は、直方体または略直方体の形状であり、上面 3 4 0 U に光を入射させた場合に、光学素子 3 4 0 の下面 3 4 0 B から出射する光を、レンズ 3 4 2 により平行光にすることができる。

#### 【 0 1 5 2 】

プリズム 7 5 の傾斜面は、光ファイバ 7 1 から出力されたレーザ光を反射して光学素子 3 4 0 に供給する。

光学素子 3 4 0 は、プリズム 7 5 からのレーザ光を平行光にして、光学系 3 2 9 に供給する。

#### 【 0 1 5 3 】

光学系 3 2 9 は、光学素子 3 4 0 からのレーザ光をレンズ 3 0 2, 3 2 2 を用いて集光し、光ディスク 8 0 の記録面に焦点を結像させる。また、光学系 3 2 9 は、光ディスク 8 0 の記録面で反射したレーザ光（戻りレーザ光）を、光学素子 3 4 0 を介してプリズム 7 5 に戻す。

プリズム 7 5 は、光学系 3 2 9 からの戻りレーザ光を通過させて IC チップ 7 4 に供給する。

#### 【 0 1 5 4 】

IC チップ 7 4 は、光半導体複合素子であり、IC チップ 7 4 の下面には、光検出器および演算回路が形成され、または、光検出器および演算回路が取り付けである。

光検出器は、戻りレーザ光を受光して戻りレーザ光に応じた受光信号を演算回路に供給する。

演算回路は、光検出器からの受光信号に基づいて所定の演算を行い、演算結果を示す信号を生成する。この信号は、IC チップ 7 4 に接続された信号線から取り出すことができるようになっている。

#### 【 0 1 5 5 】

### 光ヘッドの第 4 の実施の形態

図 2 4 は、本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第 4 の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図 2 3 の光ヘッド 6 0 0 ならびに図 2 1 および図 2 2 の光学系 3 2 9 A と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光ヘッド 6 0 0 A は、図 2 3 の光ヘッド 6 0 0 から基材 3 0 1 を取り除き、光学系 3 2 9 A をサスペンション 7 3 に取り付けた構成である。

【 0 1 5 6 】

光ヘッド 6 0 0 A は、光学系 3 2 9 A、IC チップ 7 4、プリズム 7 5、および光学素子 3 4 0 を有し、スイングアーム 7 2 およびサスペンション 7 3 によりフライングヘッドを構成している。

光学系 3 2 9 A は、図 2 1 および図 2 2 の光学系 3 2 9 A と同一の構成である。サスペンション 7 3 の先端部には、光学系 3 2 9 A の光学素子 3 2 0 が取り付けられている。

【 0 1 5 7 】

プリズム 7 5 の傾斜面は、光ファイバ 7 1 から出力されたレーザー光を反射して光学素子 3 4 0 に供給する。

光学素子 3 4 0 は、プリズム 7 5 からのレーザー光を平行光にして、光学系 3 2 9 A に供給する。

【 0 1 5 8 】

光学系 3 2 9 A は、光学素子 3 4 0 からのレーザー光をレンズ 3 0 2、3 2 2 を用いて集光し、光ディスク 8 0 の記録面に焦点を結像させる。また、光学系 3 2 9 A は、光ディスク 8 0 の記録面で反射したレーザー光（戻りレーザー光）を、光学素子 3 4 0 を介してプリズム 7 5 に戻す。

プリズム 7 5 は、光学系 3 2 9 A からの戻りレーザー光を通過させて IC チップ 7 4 に供給する。

【 0 1 5 9 】

なお、モールドレンズに使用されるガラスの屈折率は、一例として 1. 4 ～ 1. 7 である。

本発明に係る光学素子の光学材料、特に基材の凹部に充填される大きい屈折率

(または高い屈折率)の光学材料には、例えば、酸化アルミニウム(例えば屈折率が約1.8の $Al_2O_3$ )、酸化チタン(例えば屈折率が約2.5の $TiO_2$ )、酸化タンタル(例えば屈折率が約2.4の $Ta_2O_5$ )、リン化ガリウム(例えば屈折率が約3.3のGaP)等が使用可能であり、上記光学材料を用いることで、開口数が大きい光学素子を作成可能である。

## 【0160】

また、本発明に係る光学素子の光学材料、特に基材の凹部に充填される光学材料には、 $Ta_{X1}O_{Y1}$ 、 $Ti_{X2}O_{Y2}$ 、 $Al_{X3}O_{Y3}$ 、 $Si_{X4}O_{Y4}$ 、 $Si_{X5}N_{Y5}$ 、 $Mg_{X6}F_{Y6}$ 、 $Ga_{X7}N_{Y7}$ 、 $Ga_{X8}P_{Y8}$ 、 $Ti_{X9}Nb_{Y9}O_{Z9}$ 、 $Ti_{Z6}Ta_{Z7}O_{Z8}$ 等の化合物を使用可能である。但し、 $X1 \sim X9$ 、 $Y1 \sim Y9$ 、 $Z6 \sim Z9$ は、前記化合物が存在し得るような数値である。

## 【0161】

なお、上記実施の形態は本発明の例示であり、本発明は上記実施の形態に限定されない。

## 【0162】

## 【発明の効果】

以上に説明したように、本発明に係る光学素子の製造方法によれば、小型の光学素子を作成可能である。また、本発明に係る光学素子の製造方法によれば、小型で開口数が大きい光学素子を作成可能である。

また、本発明によれば、上記製造方法から作成可能な光学素子と、当該光学素子を用いた光学系とを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明に係る光学素子の実施の形態を示す概略的な構成図である。

## 【図2】

本発明に係る光学素子の製造方法の第1の実施の形態を示す概略的な説明図である。

## 【図3】

図2に続いて、本発明に係る光学素子の製造方法の第1の実施の形態を示す概

略的な説明図である。

【図 4】

本発明に係る光学素子の製造方法の第 2 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 5】

図 4 に続いて、本発明に係る光学素子の製造方法の第 2 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 6】

本発明に係る光学素子の製造方法の第 3 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 7】

図 6 に続いて、本発明に係る光学素子の製造方法の第 3 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 8】

本発明に係る光学素子の製造方法の第 4 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 9】

図 8 に続いて、本発明に係る光学素子の製造方法の第 4 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 1 0】

本発明に係る光学素子の製造方法の第 5 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 1 1】

本発明に係る光学素子の製造方法の第 6 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 1 2】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 1 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 1 3】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 2 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 1 4】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 3 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 1 5】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 4 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 1 6】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 5 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 1 7】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 6 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 1 8】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第 7 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 1 9】

本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第 1 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 2 0】

図 1 9 中の光学系 3 2 9 を示す概略的な構成図である。

【図 2 1】

本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第 2 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 2 2】

図 2 1 中の光学系 3 2 9 A を示す概略的な構成図である。

【図 2 3】

本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第 3 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図 2 4】

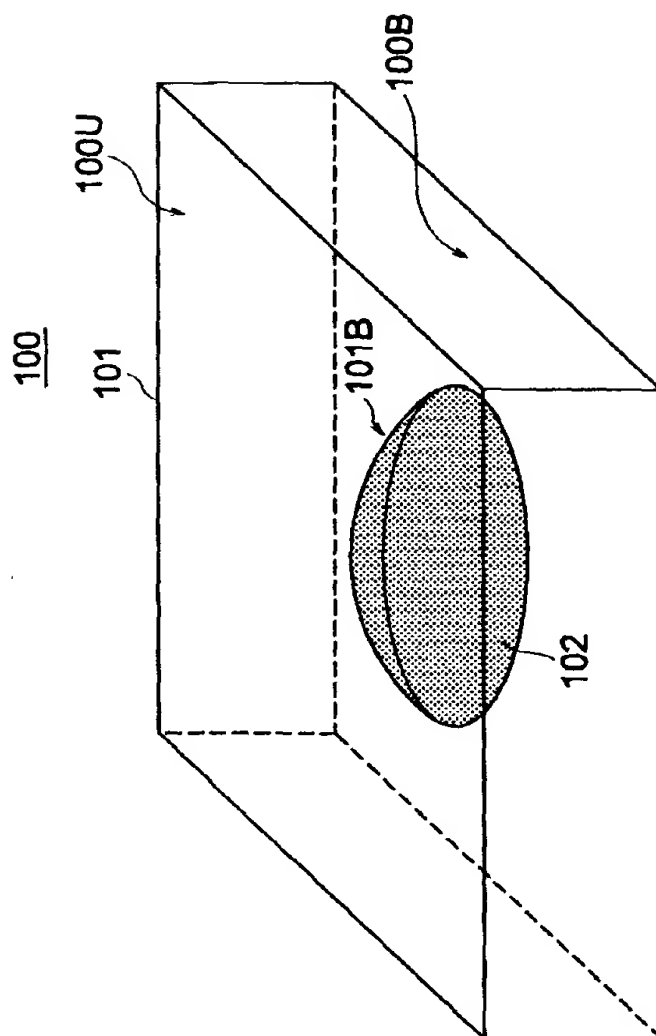
本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第 4 の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【符号の説明】

3…金型、4…通路、5, 8U, 10U…凸部、6, 11, 21, 31, 41, 51, 101, 111, 121, 141, 301, 321…基材、6B, 7B, 10B, 20B, 101B, 27U, 31U, 41U, 51U, 101B, 111B…凹部、6L, 6M, 7M, 10M, 11M, 20M, 21M, 27M, 31M, 37M, 41M, 47M, 48M, 51M…光学材料、7, 10, 20, 27, 37, 48…層、8, 18…シリコン基板、9, 19, 29, 103…レジスト、10S, 100U, 110U, 120U, 140U…上面、29H, 103H…孔、32…エッチング液、60…半導体レーザ、61…ミラー、62, 72…スイングアーム、62H…通過孔、63, 73…サスペンション、71…光ファイバ、74…ICチップ、75…プリズム、76…台座、80…光ディスク、100, 110, 120, 140, 340…光学素子、100B, 110B, 120B, 140B…下面、102, 112, 122, 142, 302, 322…レンズ、119, 129, 129A, 149, 149A, 159, 159A, 329, 329A…光学系、500, 500A, 600, 600A…光ヘッド。

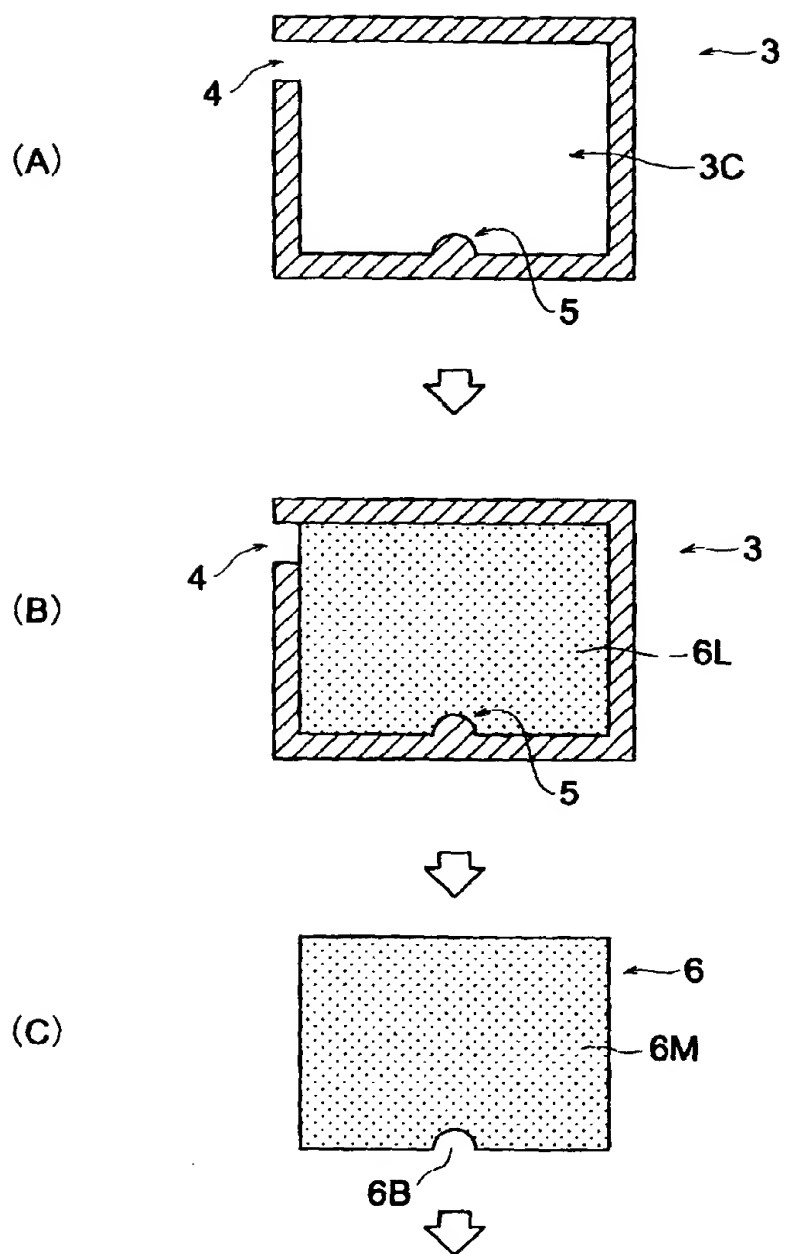
【書類名】 図面

【図 1】

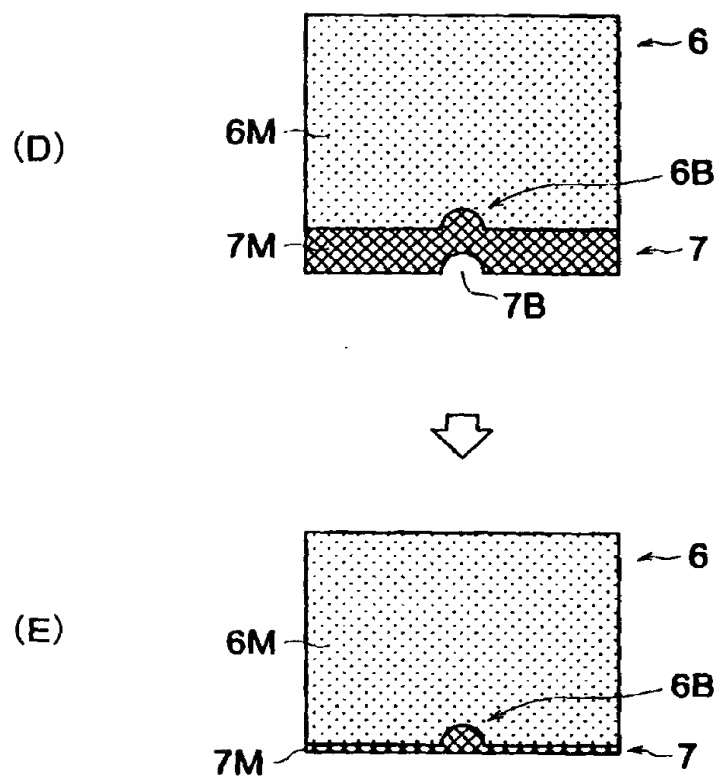




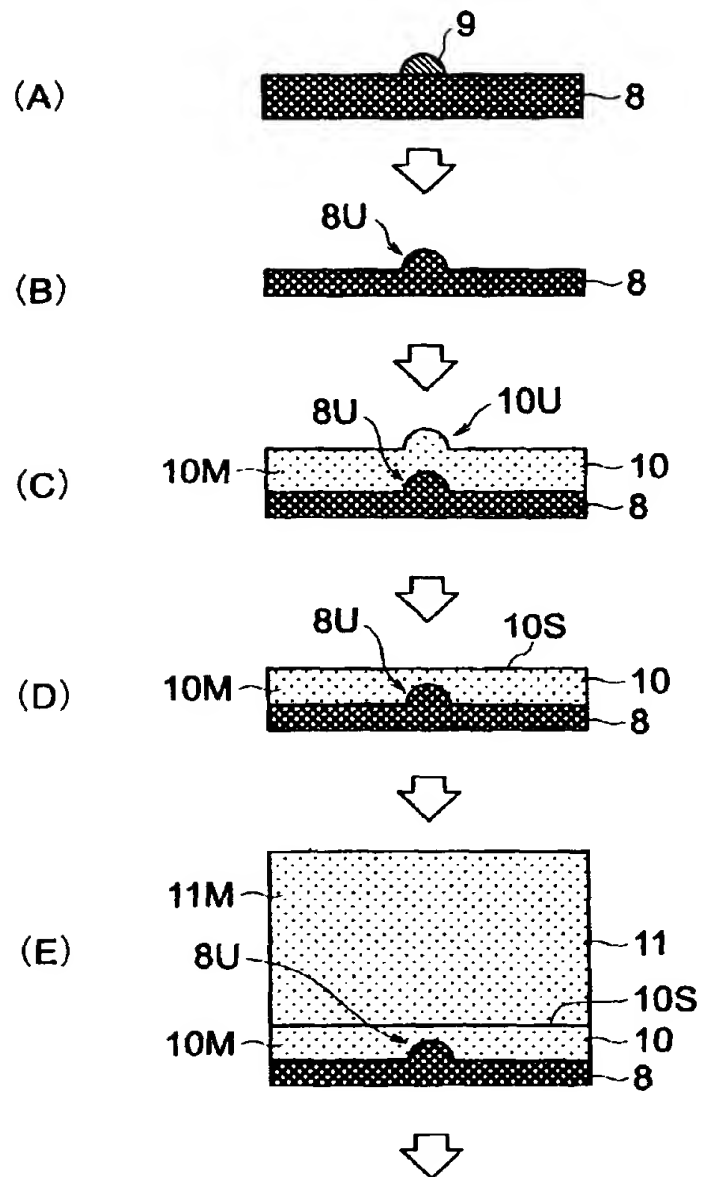
【図 2】



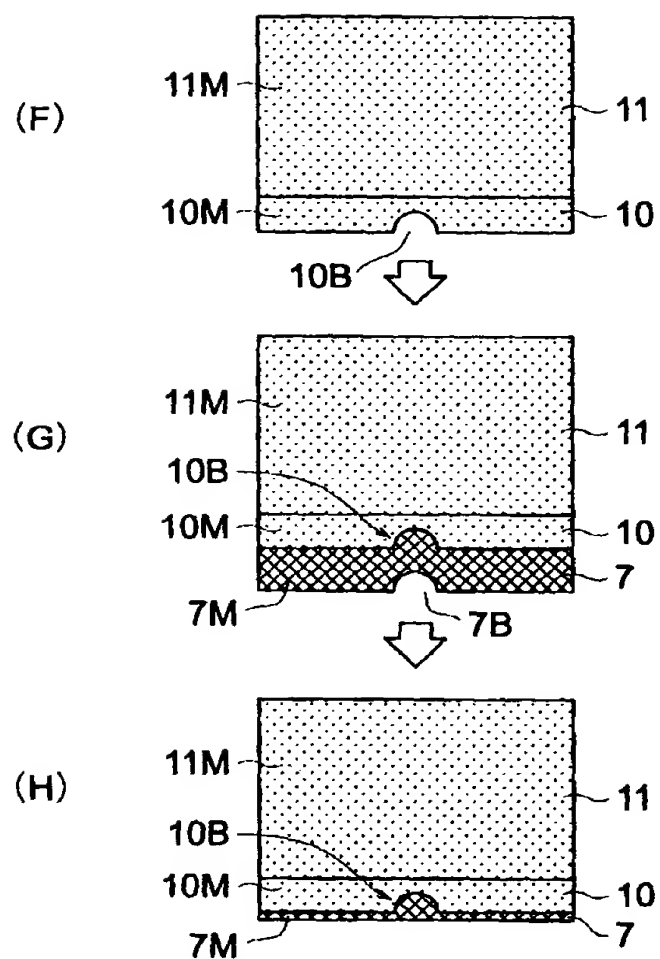
【図 3】



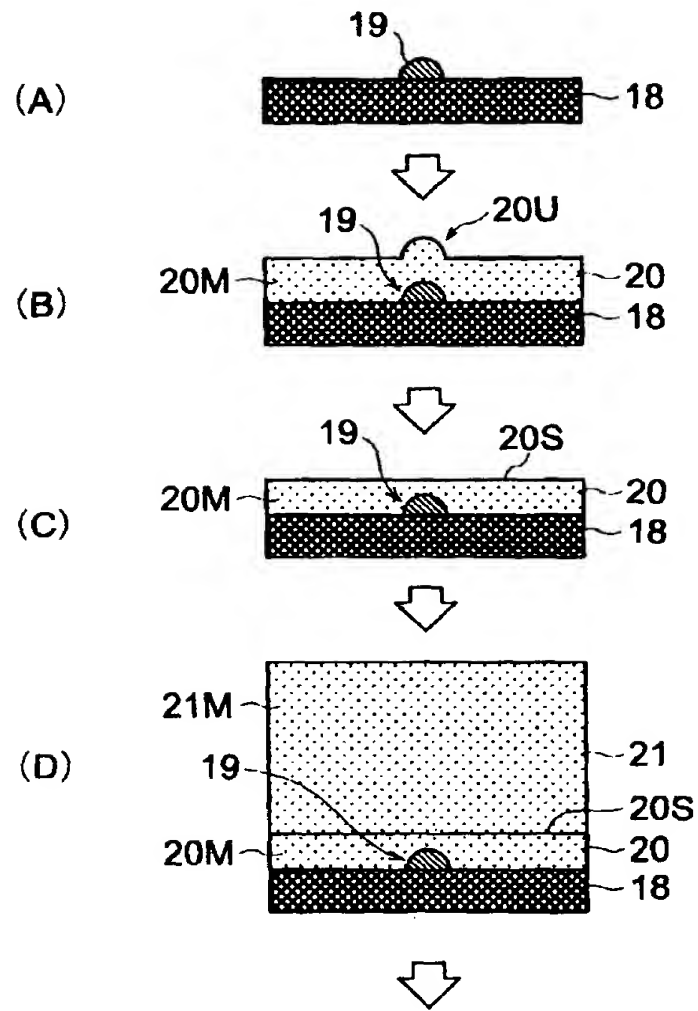
【図 4】



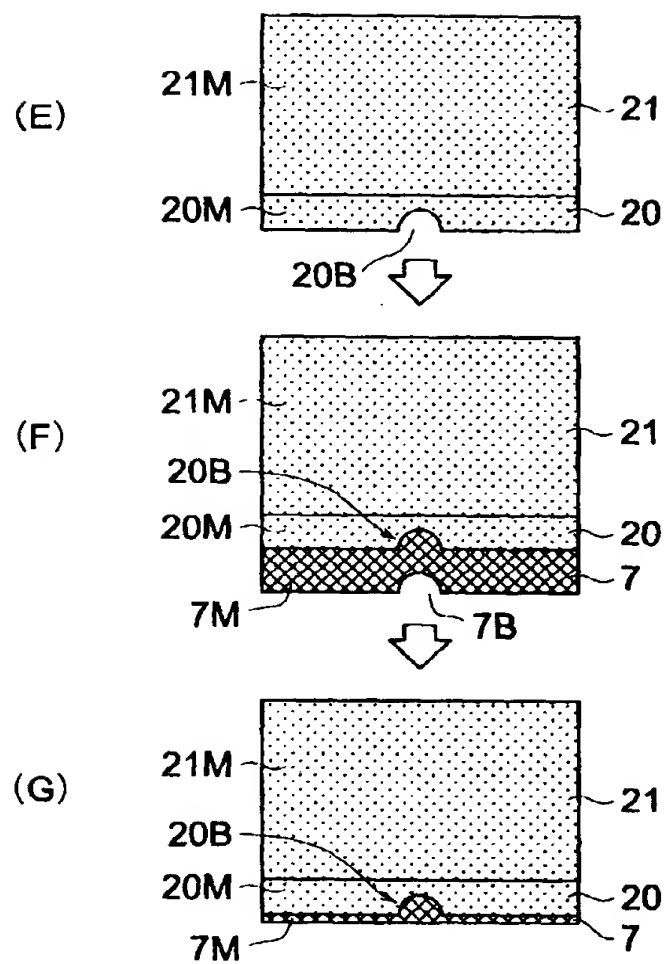
【図 5】



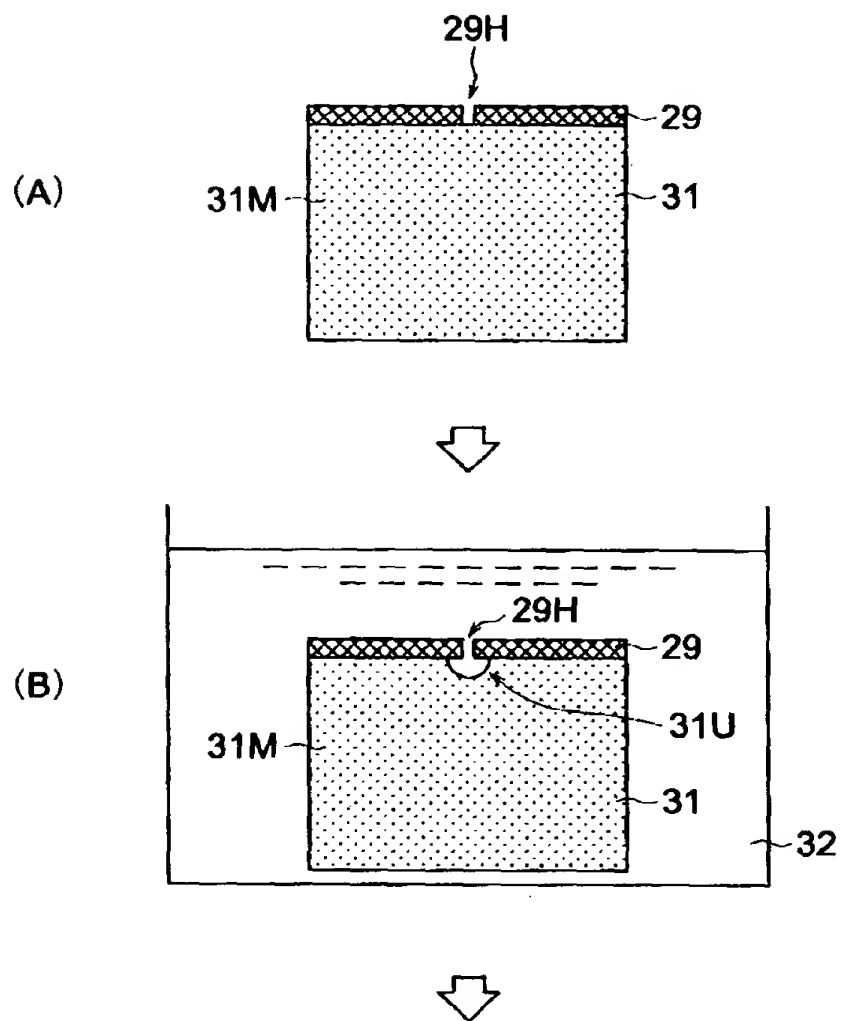
【図 6】



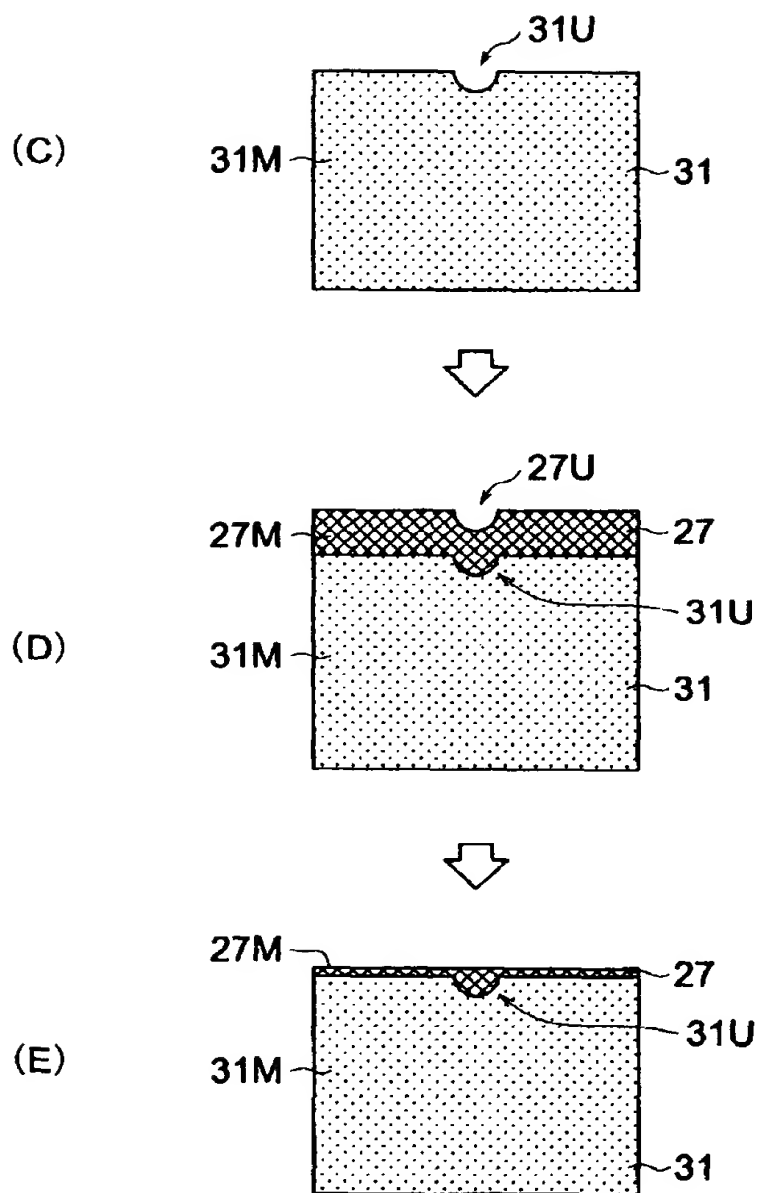
【図 7】



【図 8】

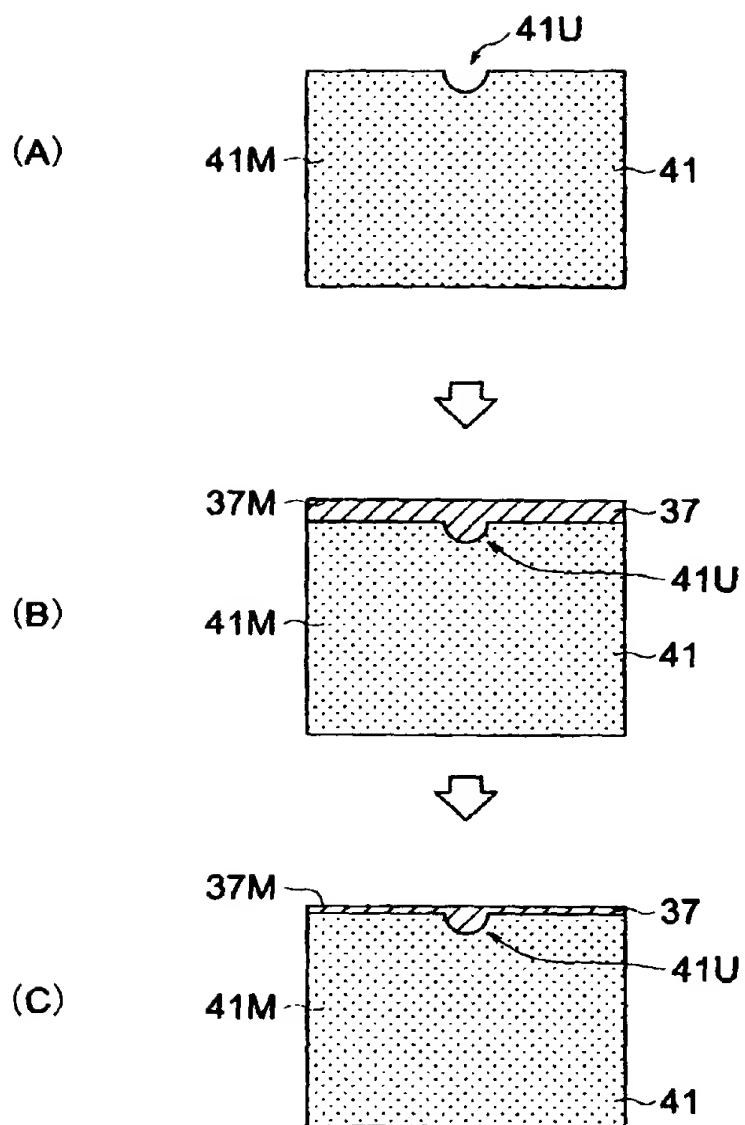


【図 9】

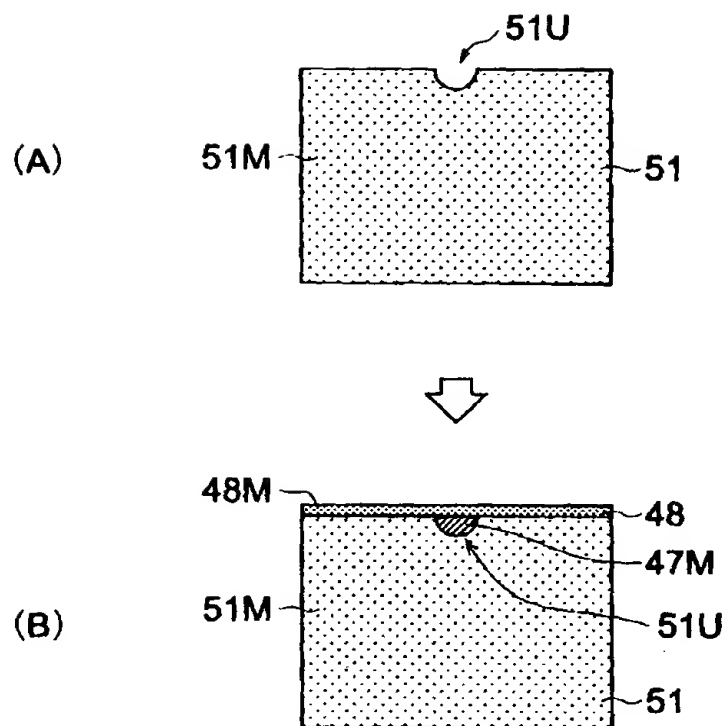




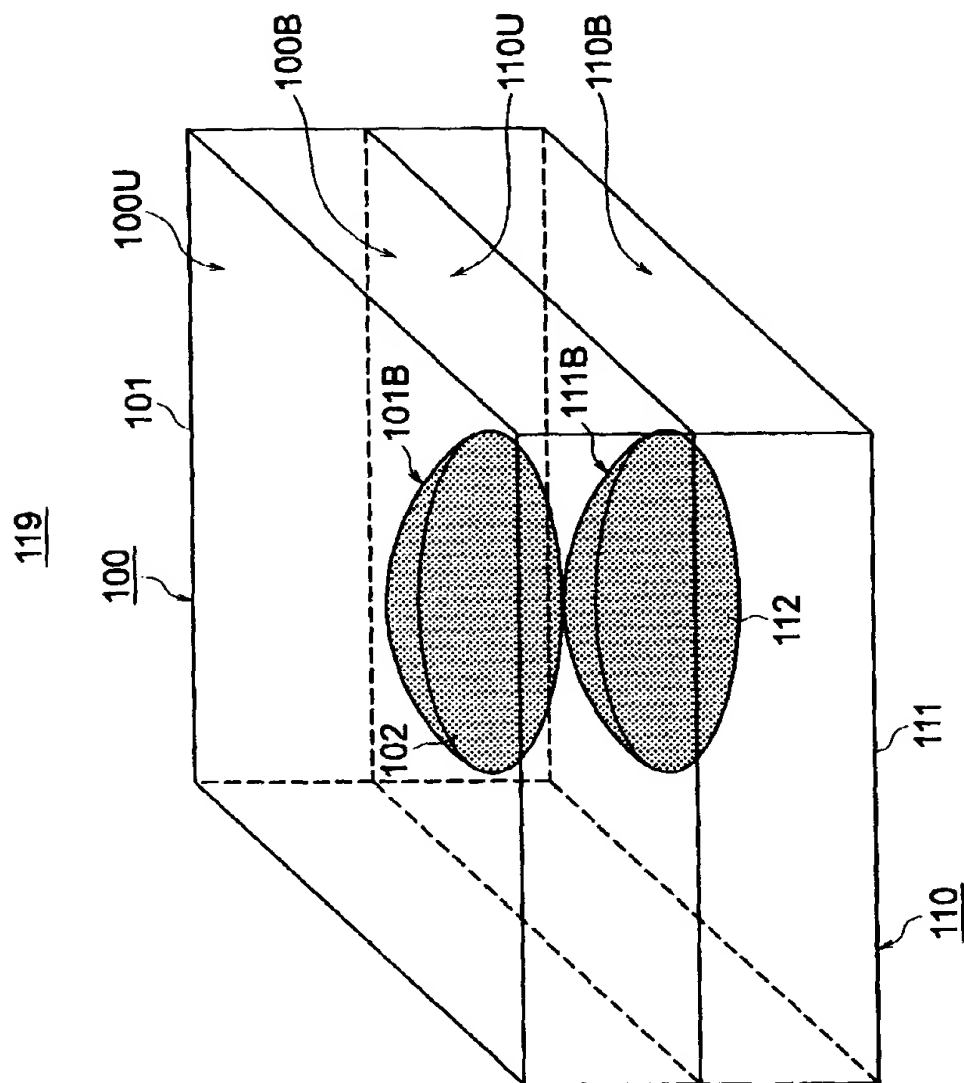
【図 1 0】



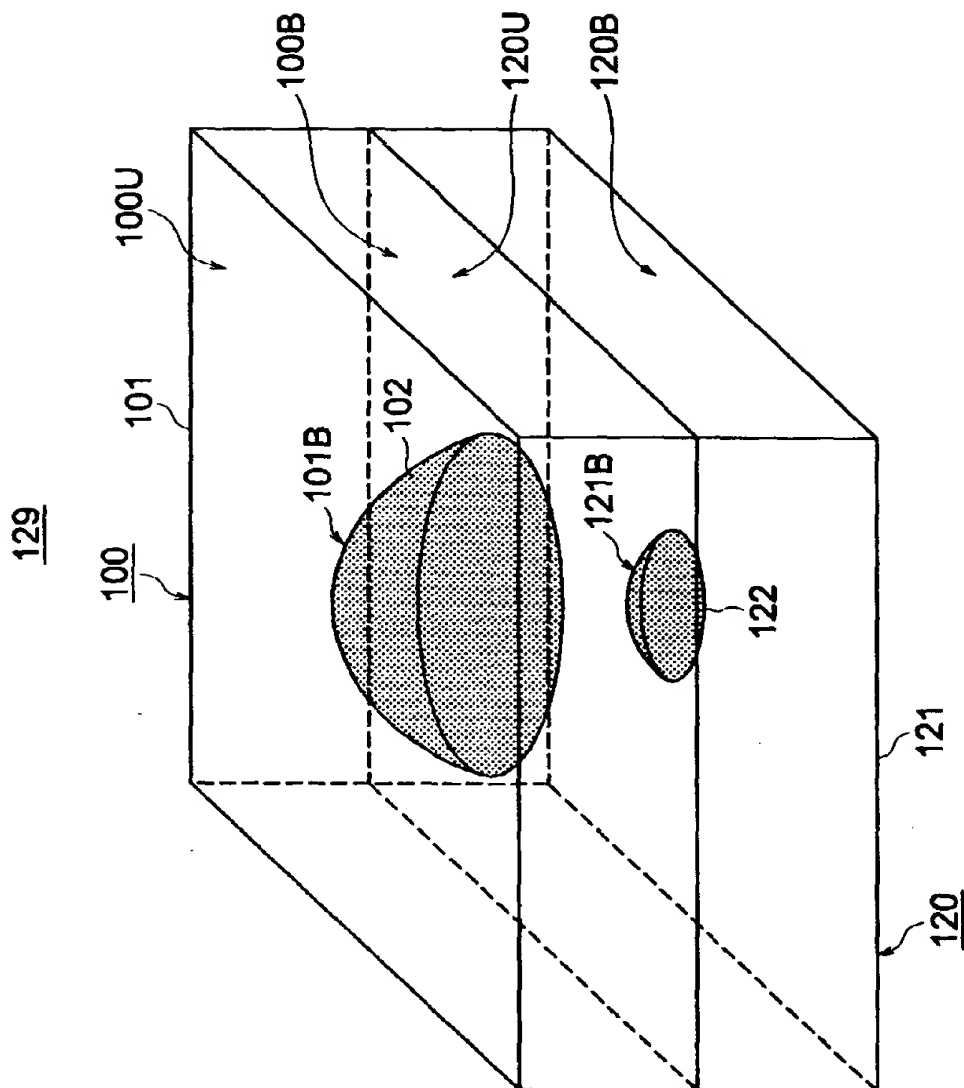
【図 1 1】



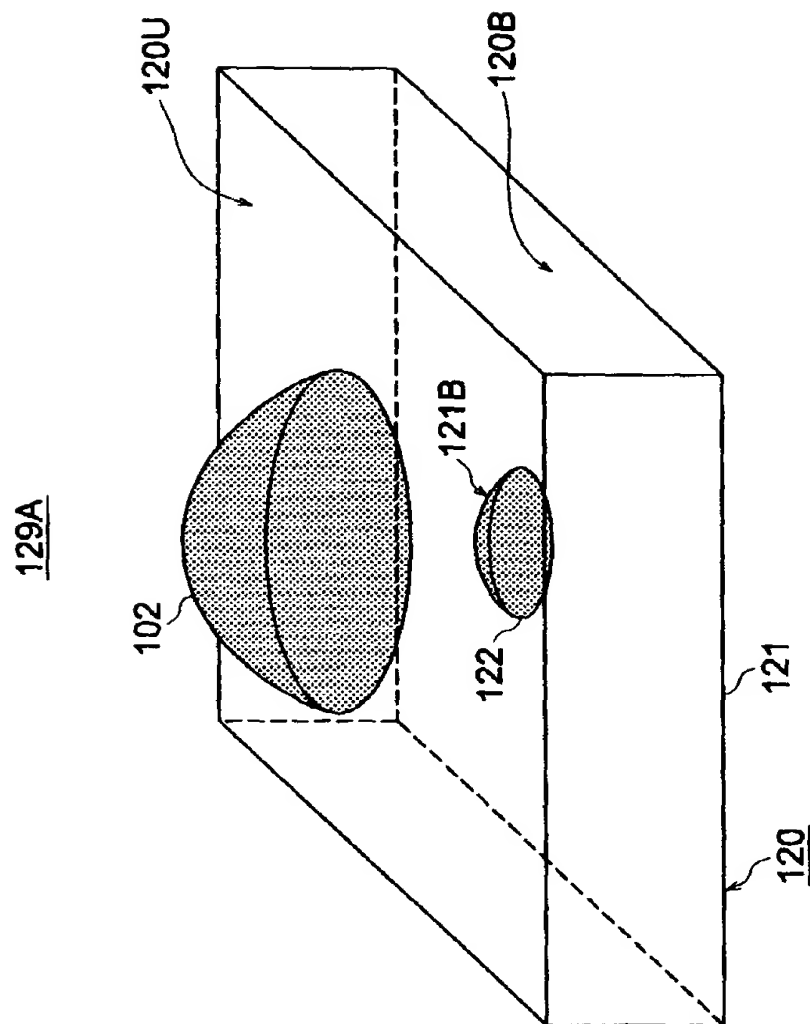
【図 12】



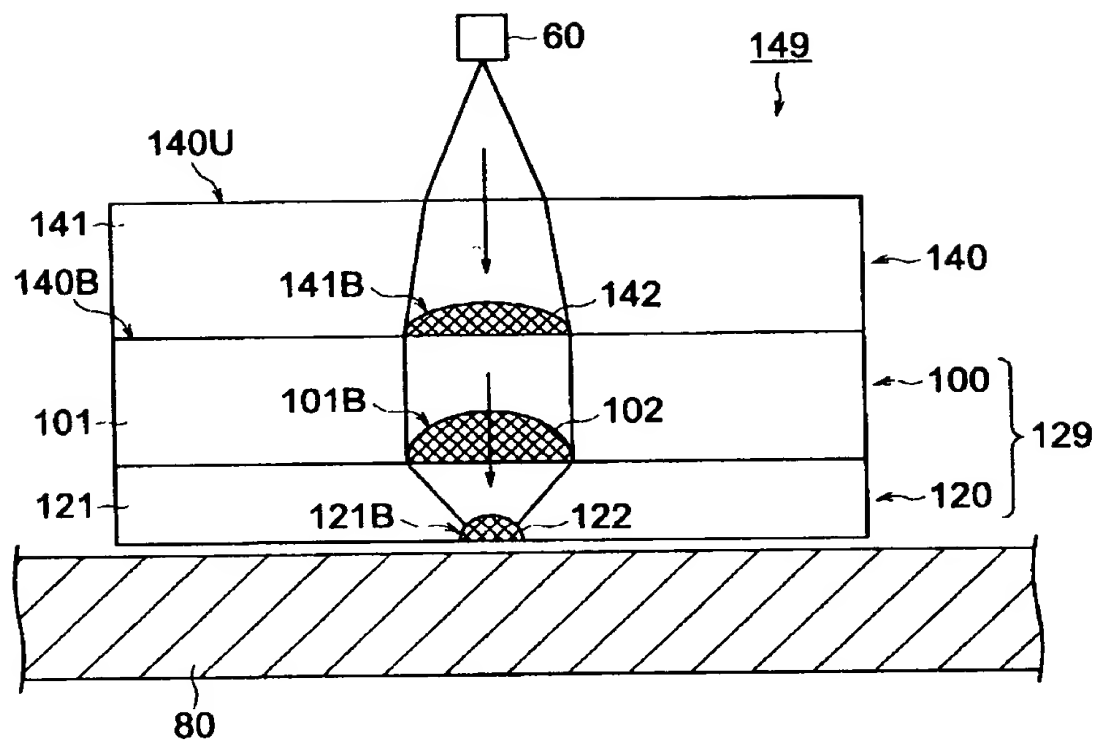
【図 13】



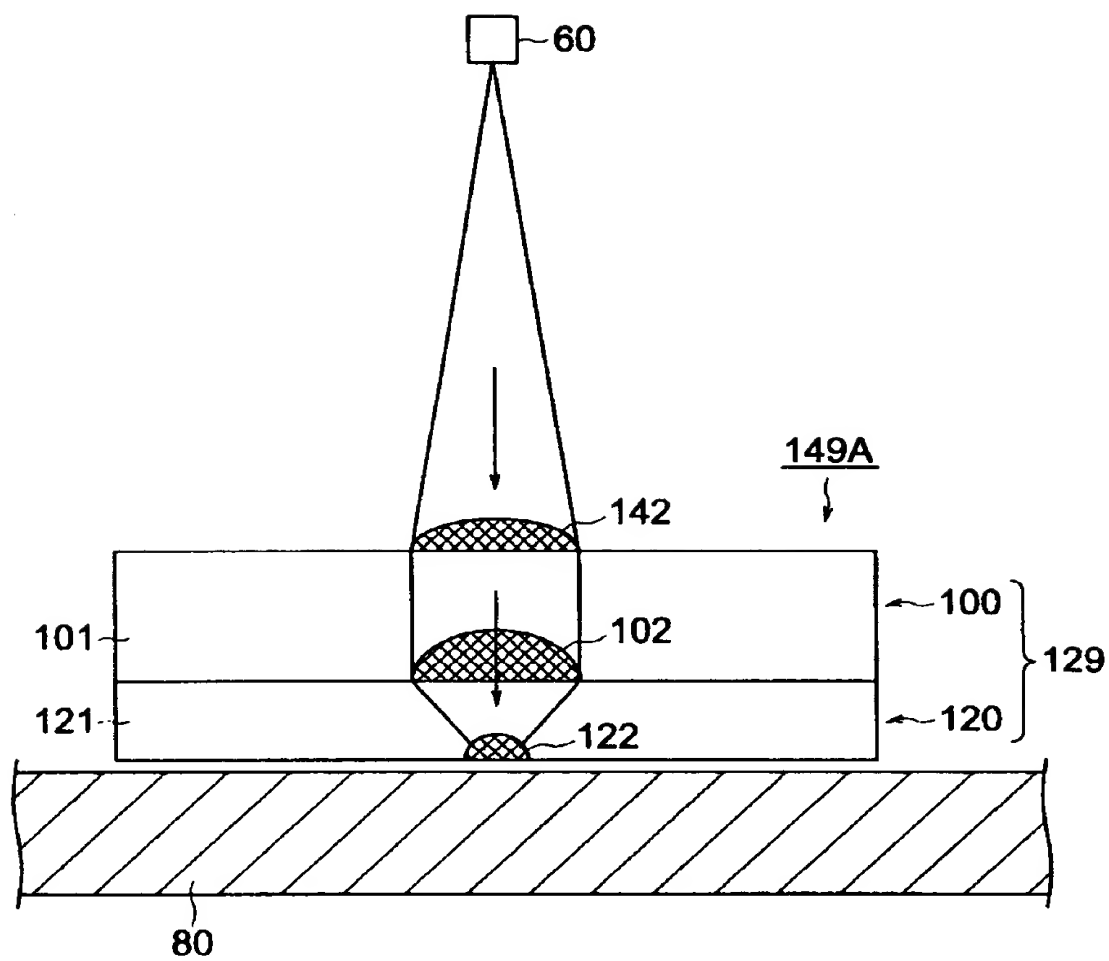
【図 14】



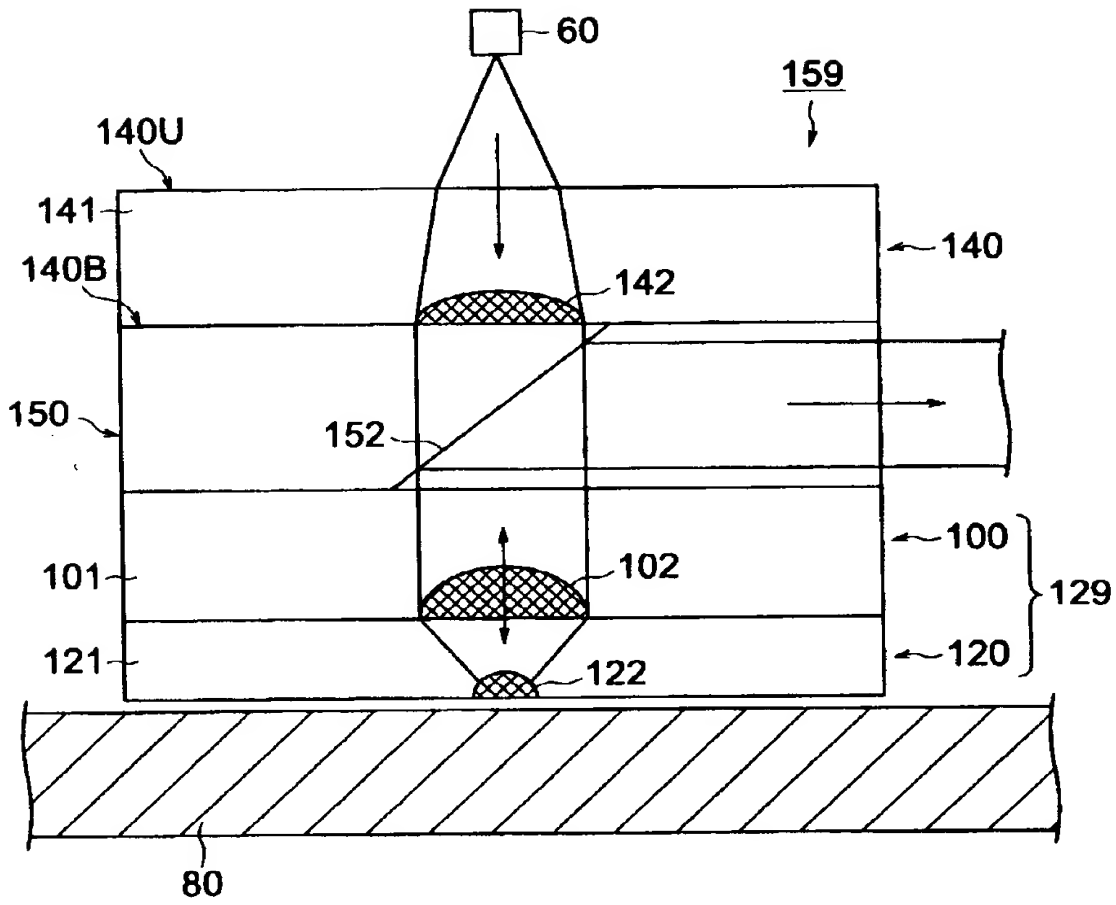
【図 15】



【図 1 6】

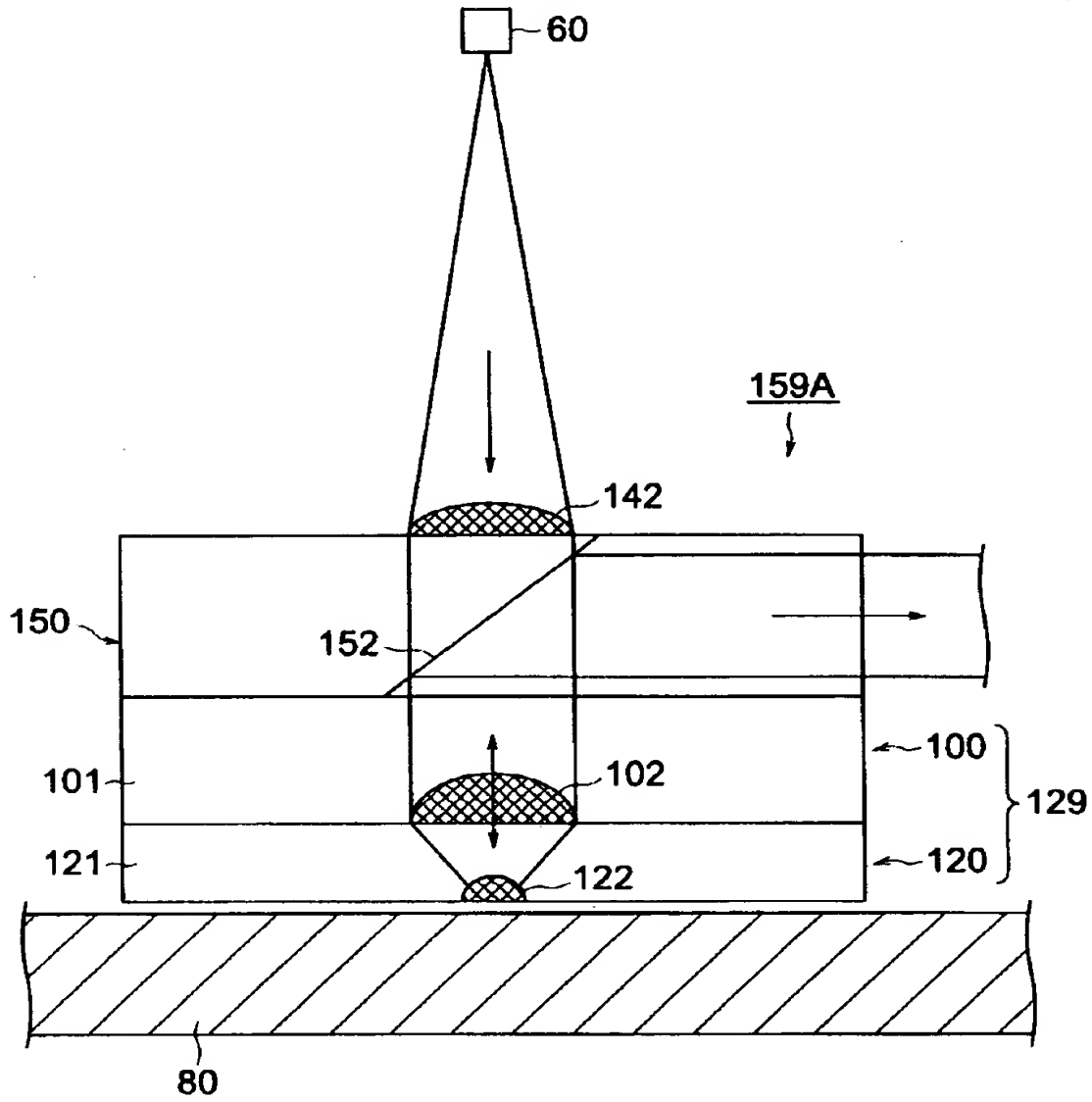


【図 1 7】

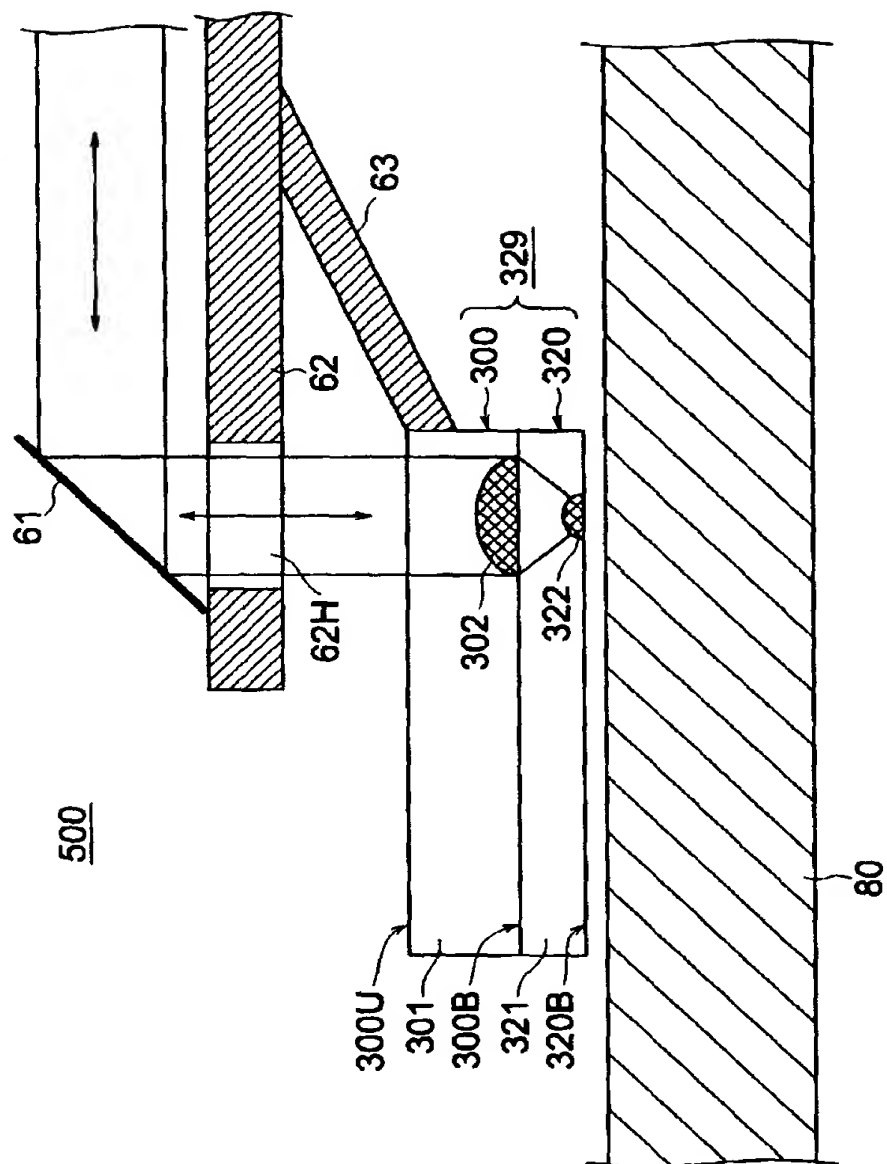




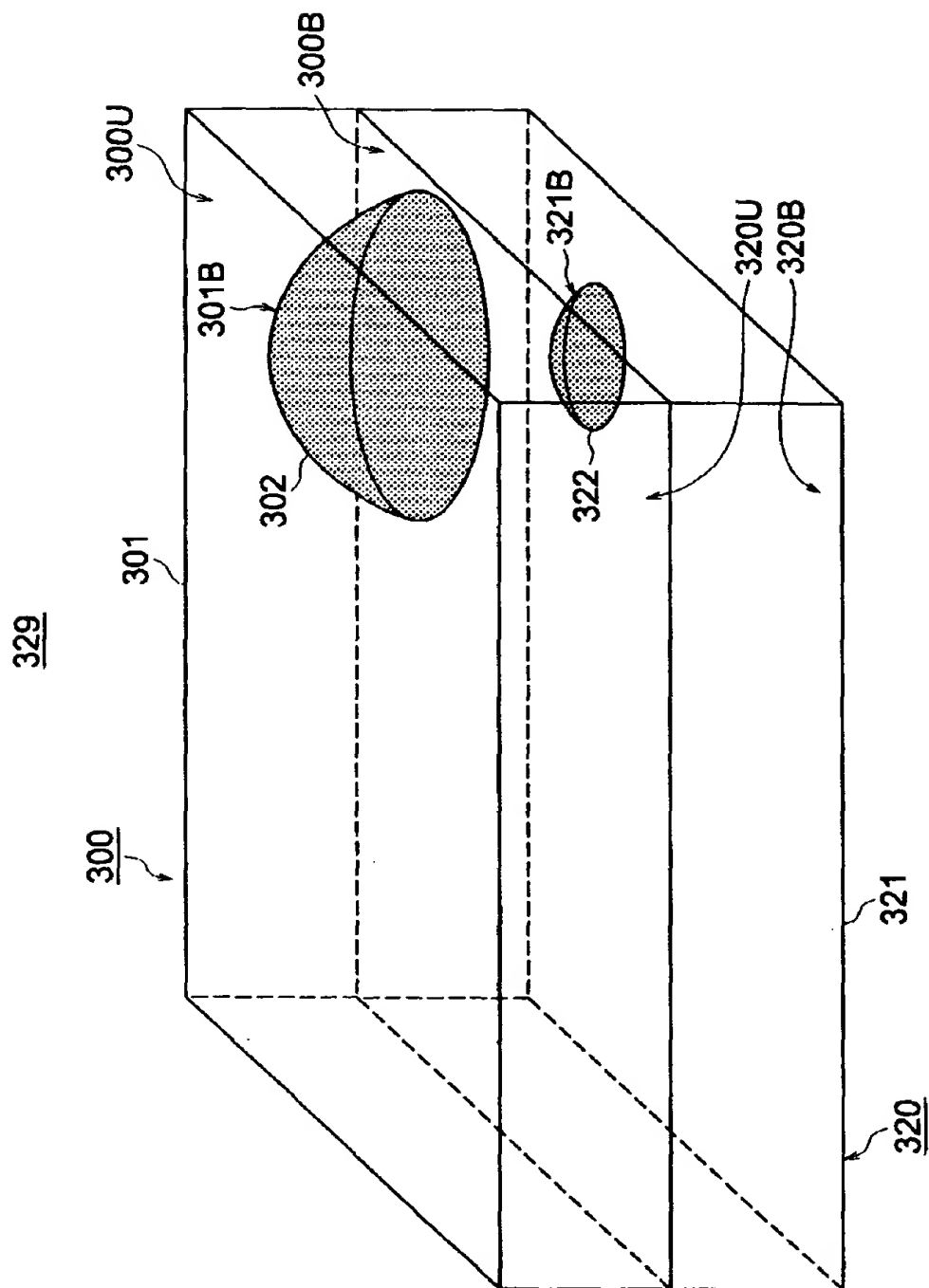
【図 18】



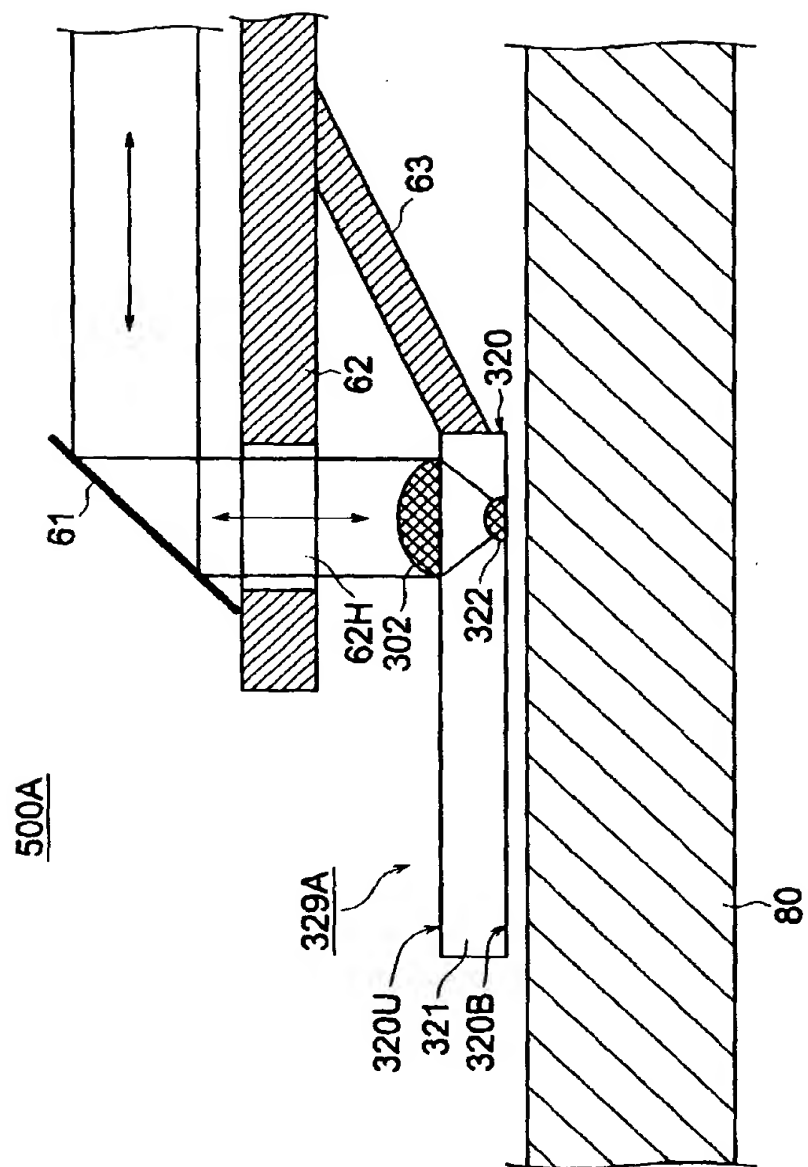
【図 19】



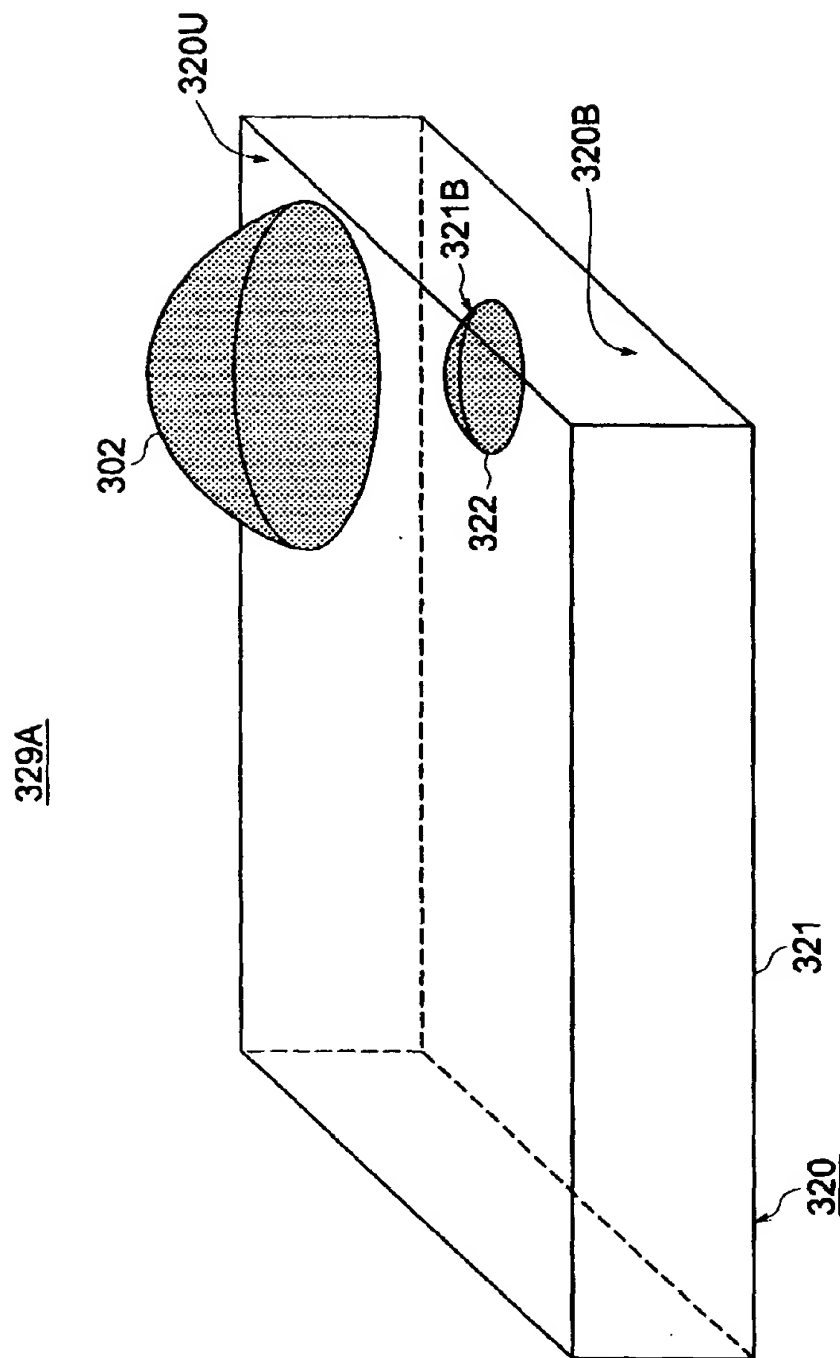
【図 20】



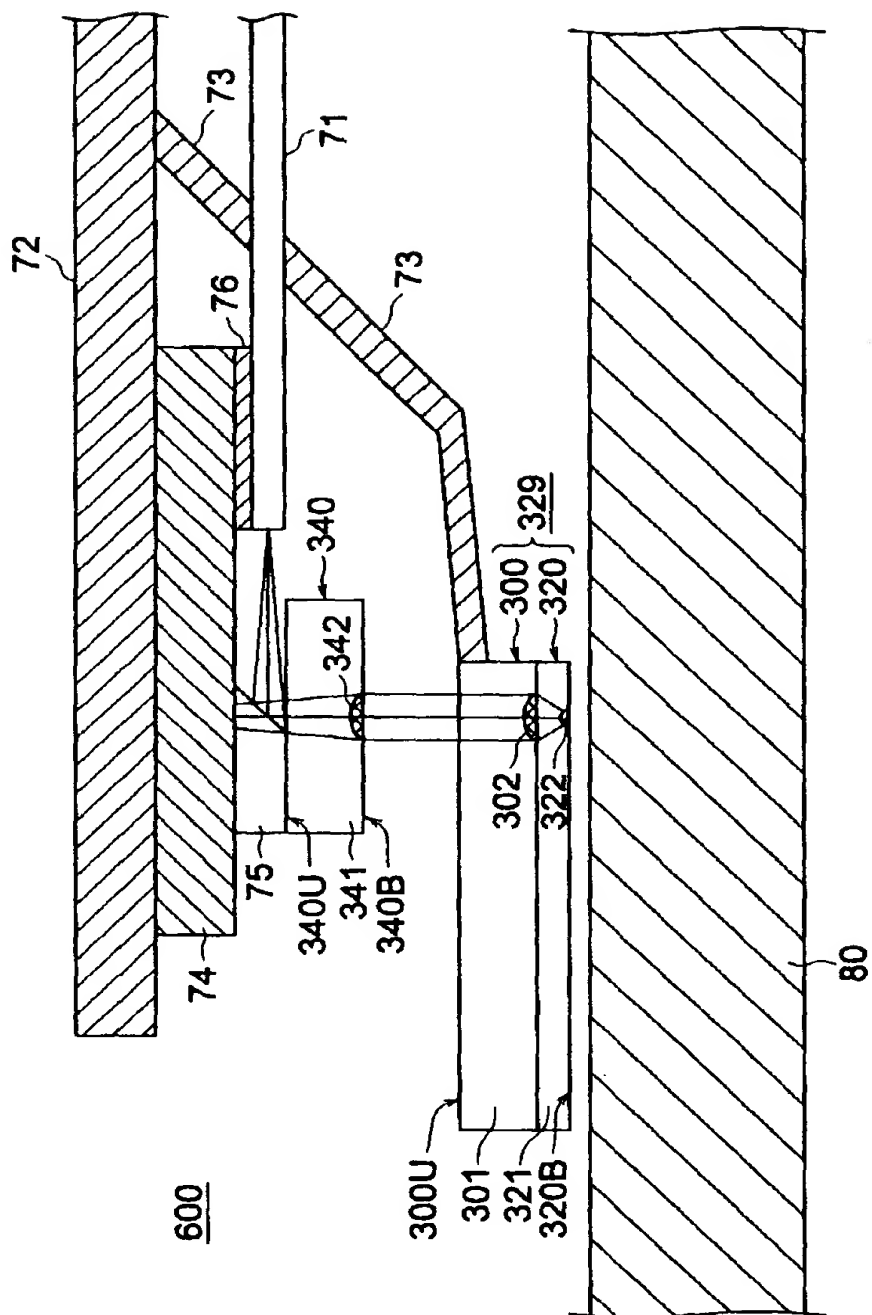
【图 2 1】



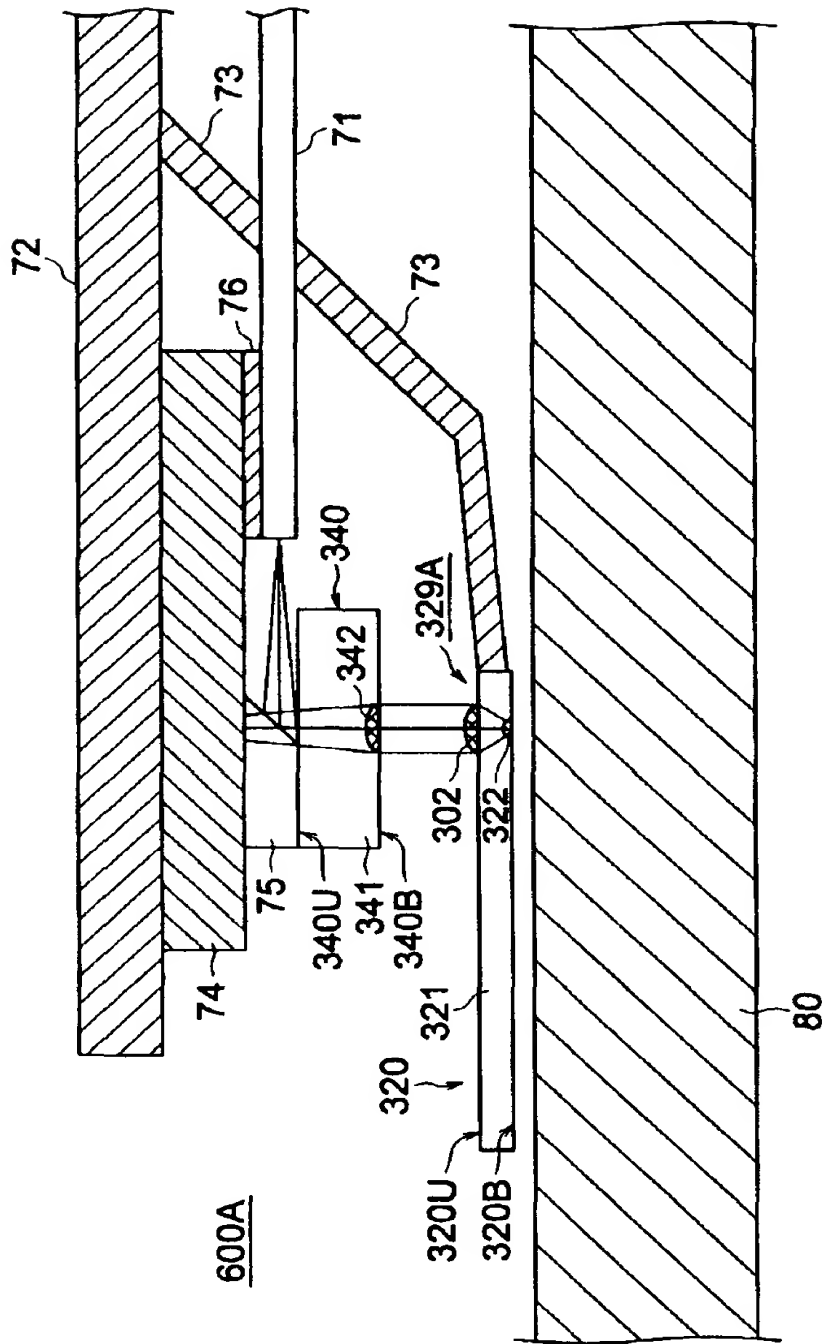
【図 2 2】



【图 2 3】



【図 24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型で開口数が大きい光学素子を提供する。

【解決手段】 光学素子 1 0 0 は、第 1 の光学材料からなる基材 1 0 1 と、第 1 の光学材料とは屈折率が異なる第 2 の光学材料とを有する。基材 1 0 1 は、回転対称または略回転対称な形状の凹部 1 0 1 B を有する。この凹部 1 0 1 B には、第 2 の光学材料が充填されており、レンズ 1 0 2 を構成している。例えば、第 1 の光学材料を石英とし、第 2 の光学材料を窒化ケイ素 (S i N) またはリン化ガリウム (G a P) とする。凹部 1 0 1 B を小さくすることで、光学素子 1 0 0 を小型化可能である。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社